


Derde rapport modellering SARS-CoV-2 infecties in het voortgezet onderwijs

7 september 2021



Dit rapport is opgesteld door Drs. M. Pham, Drs. I. Westerhof en Dr. P. Bruijning-Verhagen
Bij de analyses waren daarnaast betrokken G. Rozhnova, M. Bootsma en M. Kretzschmar

UMCU UTRECHT, Heidelberglaan 100 Utrecht

Inhoudsopgave

Samenvatting	18
Introductie	19
Onderzoeksvragen.....	19
Methoden	20
Immuniteit tegen SARS-CoV-2.....	20
Introducties vanuit de samenleving.....	21
Aerosoltransmissie	22
Het R-getal	22
Inzet SARS-CoV-2 testen	22
Scenario's.....	22
Resultaten.....	23
Situatie 1); het beloop van het aantal school gerelateerde infecties in de periode vanaf school opening tot aan het bereiken van een stabiele vaccinatiegraad onder leerlingen.	23
Scenario met maximale vaccinatiegraad van 68% onder leerlingen (R-getal 1,2).....	23
Scenario met maximale vaccinatiegraad van 77% onder leerlingen (R-getal 1,2).....	16
Vergelijking maximale vaccinatiegraad 68% versus 77% onder leerlingen (R-getal 1,2)	16
Van huidige vaccinatiegraad naar 68% vaccinatiegraad onder leerlingen (R-getal 1,0).....	17
Situatie 2); Effect van verschillende teststrategieën bij een stabiele vaccinatiegraad	17
Vaccinatiegraad van 68% onder leerlingen (R-getal 1,2)	17
Discussie.....	22
Conclusie	23
Bronnen.....	24

Samenvatting

Inleiding Het UMC Utrecht heeft in opdracht van het ministerie van OCW een derde onderzoek gedaan naar het verwachte effect van het testen van leerlingen en docenten van het voortgezet onderwijs op het aantal besmettingen bij leerlingen en docenten en de absenties, alsmede het te verwachten effect van vaccinatie van leerlingen.

Methode Er is gebruik gemaakt van hetzelfde wiskundig model als bij de eerdere onderzoeken om SARS-CoV-2-transmissie in een middelbare school te simuleren, en zo het aantal school-gerelateerde besmettingen te schatten. Voor de ontwikkeling van het model werd gebruik gemaakt van gegevens die werden verzameld tijdens de pilot met risicogericht testen die dit voorjaar in 45 scholen van het voortgezet onderwijs heeft plaatsgevonden. Er werden twee situaties onderzocht 1) de fase vanaf start van het nieuwe schooljaar met oplopende vaccinatiegraad onder leerlingen tot 68% danwel 77%, waarbij het geldende testbeleid is toegepast, en 2) de fase van een stabiele vaccinatiegraad waarbij inzet van verschillende teststrategieën is onderzocht. De vergelijkende testscenario's betroffen volledige bezetting zonder testen, volledige bezetting met risicogericht testen en volledige bezetting met 2x per week preventief testen, waarbij enkel leerlingen die niet (volledig) gevaccineerd zijn in aanmerking komen voor preventief testen. Op basis van de pilot data werd gerekend met een deelnamebereidheid aan risicogericht testen van 50%, en aan preventief testen van 10%, 20% en 30%. Resultaten werden berekend bij een introductie-aantal van 1 tot 20 infecties per maand. Als uitgangssituatie is het besmettingsniveau van SARS-CoV-2 in de samenleving in de maand augustus 2021 gebruikt, waarbij rekening is gehouden de hogere R-waarde van de delta-variant (in analyse $R=1,2$ en $R=1,0$). Verder is gerekend met een situatie van volledige bezetting en de thans geldende basismaatregelen t.a.v. quarantaine en isolatie. Voor aerosoltransmissie is aangenomen dat dit bij 10% van de besmettingen kan plaatsvinden ('superspreaders').

Resultaten Situatie 1) de fase van oplopende vaccinatiegraad onder leerlingen in de periode tot aan de herfstvakantie; In deze periode zal het aantal school-gerelateerde infecties aanvankelijk oplopen, met een piek in aantal school-gerelateerde infecties in week 3 na heropening, en daarna afnemen als gevolg van toenemende immuniteit. Rekenend met een $R=1,2$ kan dit resulteren in een piekincidentie van 421 tot 486 nieuwe bevestigde corona-infecties per 100.000 leerlingen in week 3. Wordt een $R=1,0$ aangenomen dan is de geschatte piekincidentie 323-381/100.000 leerlingen. Hierbij is er, afhankelijk van de deelname aan screening, een extra reductie in infecties van 11%-15% wanneer de vaccinatiegraad oploopt naar 77% i.p.v. 68%.

Situatie 2) Bij een stabiele vaccinatiegraad van 68% onder leerlingen en een R-getal van 1.2 is de uitbraakkans voor alle test-scenario's < 50% tot aan ca. 9 introducties per maand. Dit besmettingsniveau is vergelijkbaar met de situatie in Augustus 2021. Bij screening met 30% deelname blijft de uitbraakkans tot aan 20 introducties per maand onder de 50%. Het effect van inzet van testen op de uitbraakkans neemt toe met oplopend aantal introducties. Vanaf 8 introducties per maand is het verschil in uitbraakkans tussen het meest effectieve scenario (screening met 30% deelname) en het scenario zonder testen 10% of hoger. De absolute effecten van verschillende test-strategieën op aantallen school-gerelateerde besmettingen hangen sterk samen met het besmettingsniveau in de samenleving en de daaruit voortkomende infectie introducties in de school. In onze analyse is de geschatte maximale reductie door inzet van testen 541 infecties/100.000 leerlingen per maand. Deze aantallen worden bereikt bij 20 introducties per maand en vergelijking van een scenario zonder testen versus scenario met 30% deelname aan screening. Hiermee samenhangend zal de doelmatigheid van de inzet van testen ook sterk afhangen van het aantal introducties in de school, waarbij een 'kantelpunt' wordt gezien bij 7-9 introducties per maand. Bij lagere aantallen neemt de doelmatigheid snel af.

Conclusie; In de komende weken is een tijdelijke stijging in het aantal infecties onder leerlingen in het VO te verwachten, gevolgd door een daling. Bij een stabiele vaccinatiegraad van 68% onder leerlingen zal het effect van inzet testen op uitbraakrisico, aantallen infecties en de doelmatigheid van testen afhangen van het besmettingsniveau in de samenleving. Een niveau dat op of boven het niveau van Augustus 2021 ligt vormt hierin een kantelpunt.

Introductie

In opdracht van het ministerie van OCW heeft het UMCU modelleringsonderzoek uitgevoerd naar verschillende coronamaatregelen en teststrategieën in het voortgezet onderwijs (VO) en het effect hiervan op het aantal school gerelateerde besmettingen en absenties. In een eerste rapport zijn resultaten beschreven waarbij situaties met volledige en halve leerlingbezetting zijn onderzocht, inzet van risicogericht testen en van preventief testen met een frequentie van een of twee keer per week, en het (vervroegd) vaccineren van docenten. In het tweede rapport zijn resultaten over de inzet van verschillende teststrategieën, alsmede het wel/niet instellen van quarantainemaatregelen voor categorie 2 schoolcontacten beschreven. Het besmettingsniveau in de samenleving van maart en juni 2021 vormde de basis voor deze simulaties. In dit derde rapport wordt opnieuw gekeken naar inzet van verschillende teststrategieën, waarbij een (oplopende) verwachte vaccinatiegraad onder leerlingen is bestudeerd en rekening wordt gehouden met de hogere besmettelijkheid van de delta-variant. Het besmettingsniveau in de samenleving van augustus 2021 vormt de basis voor de simulaties.

Onderzoeksvragen

De volgende onderzoeksvragen zijn met behulp van modellering geadresseerd;

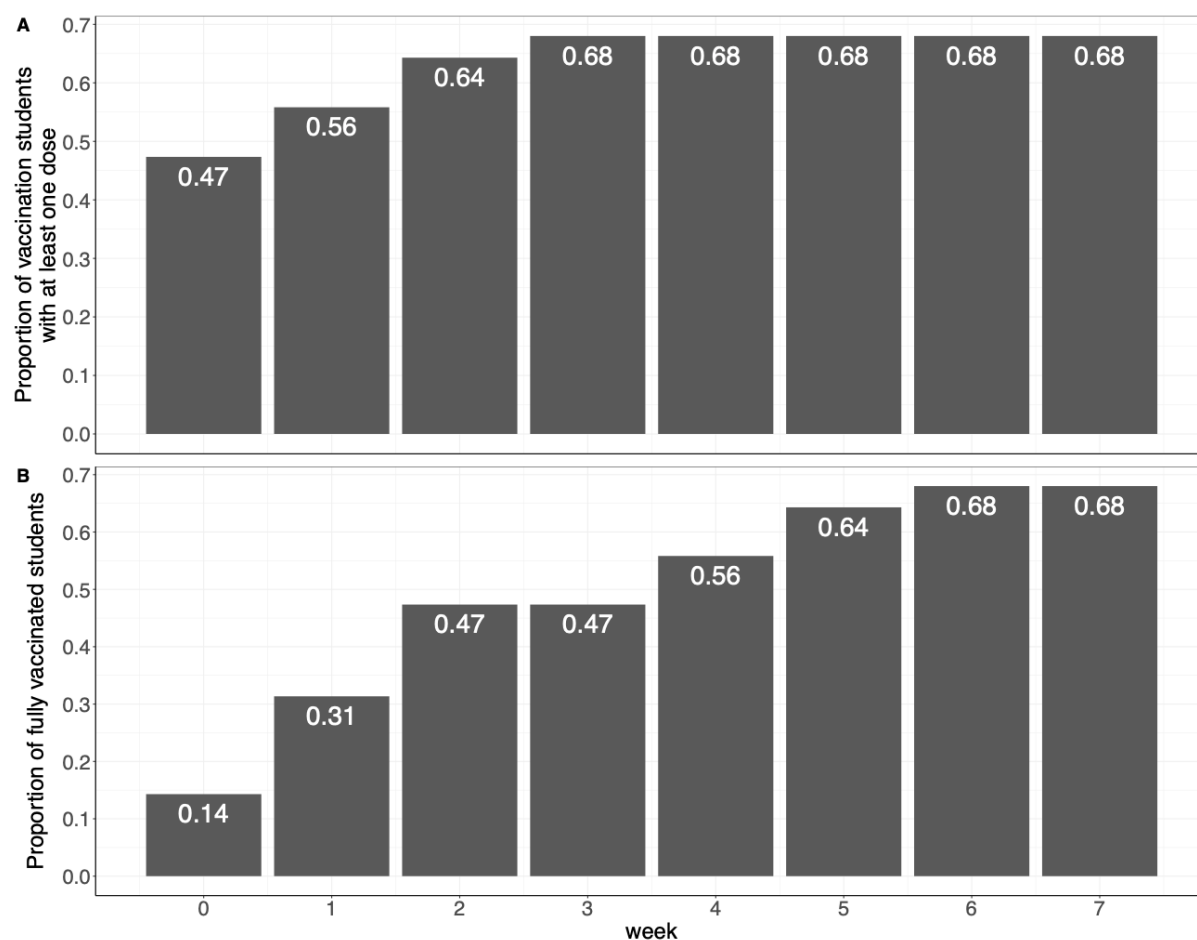
1. Wat is het te verwachten beloop van het aantal school-gerelateerde infecties bij heropening van de scholen en bij een verder oplopende vaccinatiegraad onder leerlingen tot het moment dat een stabiele vaccinatiegraad wordt bereikt?
2. Wat is het te verwachten effect van verschillende teststrategieën bij stabiele vaccinatiegraad onder leerlingen dit najaar en hoe wordt dit effect beïnvloed door het besmettingsniveau in de samenleving, en daarmee het aantal introducties van besmettingen in de scholen?

Methoden

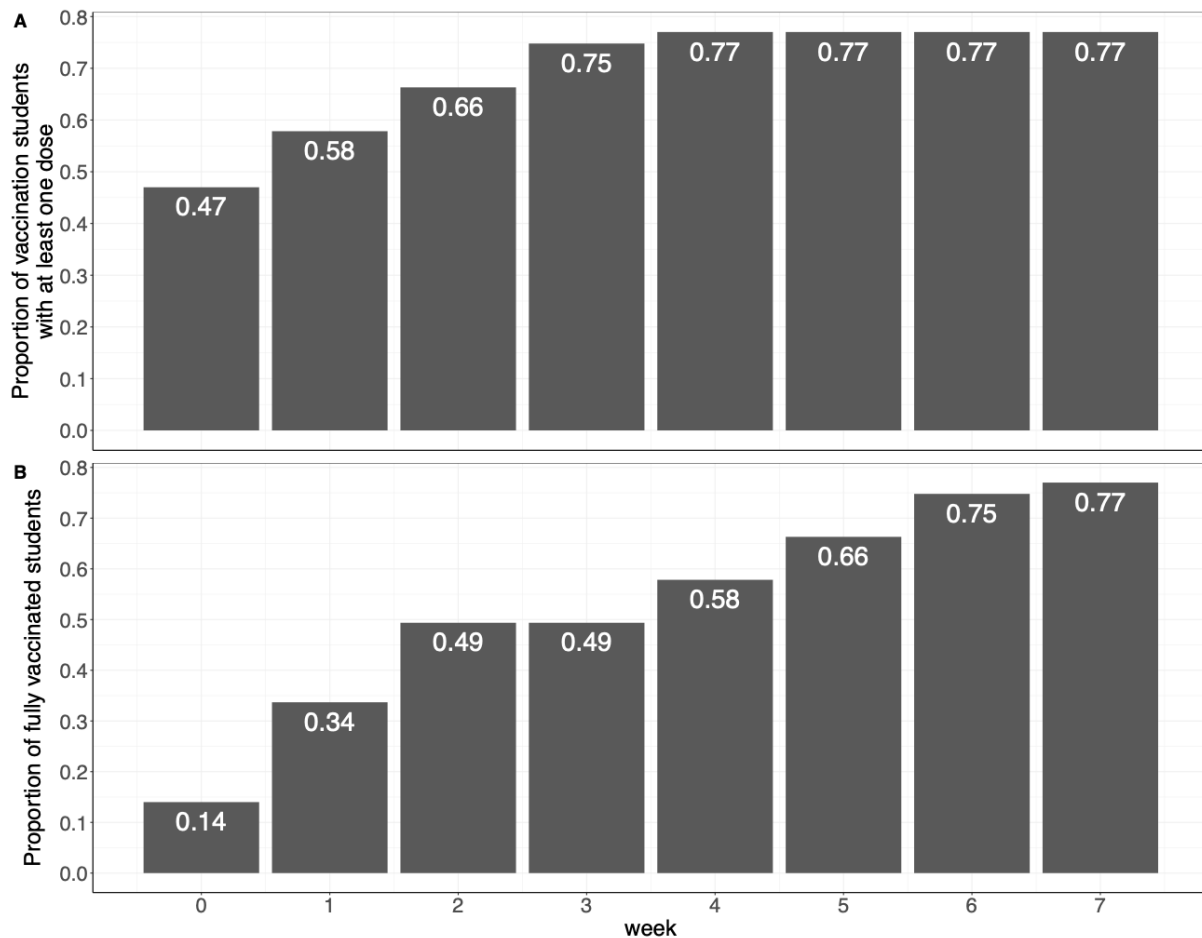
Er is gebruik gemaakt van hetzelfde wiskundig model als bij de eerdere analyses naar SARS-CoV-2-transmissie in middelbare scholen, te simuleren en zo het aantal school-gerelateerde besmettingen te schatten. Voor een uitgebreide beschrijving van het model wordt verwezen naar de eerdere rapporten. Kort samengevat betreft het een model dat SARS-CoV-2 transmissie in een gemiddelde school in het voortgezet onderwijs beschrijft om zo het aantal school-gerelateerde infecties en het totaal aantal infecties onder leerlingen en docenten te schatten over een bepaalde tijdsperiode. De model-school bestaat uit 944 leerlingen verdeeld in klassen en over leerjaren, en 72 docenten. Hieronder volgt een overzicht van de aanpassingen t.o.v. eerdere analyses.

Immunitet tegen SARS-CoV-2

Voor de geschatte vaccinatiegraad onder docenten wordt gerekend met de gemiddelde vaccinatiegraad van 85% onder volwassenen bij heropening van de scholen. Voor leerlingen is gerekend met een vaccinatiegraad van 32% voor 1 dosis en 14% volledig gevaccineerden bij heropening, en een verder oplopende vaccinatiegraad gedurende de eerste 6 of 7 weken van het schooljaar, waarna een stabiele vaccinatiegraad onder leerlingen ontstaat van 68%, danwel 77%. (**Figuur 1&2**). Deze getallen zijn gebaseerd op de verwachte vaccinatiegraad in deze leeftijdsgroep obv onderzoek door het RIVM^{1,2}. Daarnaast wordt rekening gehouden met het feit dat ca. 25% van de leerlingen en docenten al een SARS-CoV2 infectie heeft doorgemaakt en immuun is.



Figuur 1 Percentage gevaccineerd per week bij een verwachte vaccinatiegraad van 68%.



Figuur 2 Percentage gevaccineerd per week bij een verwachte vaccinatiegraad van 77%.

Vaccin-effectiviteit tegen Delta

De vaccin effectiviteit tegen de delta-variant in de leeftijdsgroep 12-18 jaar wordt geschat op respectievelijk 63,7% (range 57-70%) en 89% (range 85-93%), voor de eerste en tweede dosis. Deze schattingen zijn gebaseerd op leeftijds-specifieke schattingen van vaccin-effectiviteit uit het VK en Israël.³ Aangenomen wordt dat deze effectiviteit wordt bereikt 14 dagen na vaccinatie. Verondersteld wordt verder dat het percentage symptomatische infecties onder docenten afneemt als gevolg van de vaccinatie en vergelijkbaar is met het percentage asymptomatische infecties bij leerlingen. Het percentage asymptomatische infecties onder gevaccineerde en niet gevaccineerde leerlingen is blijft gelijk, omdat dit ook zonder vaccinatie al hoog is.

Introducties vanuit de samenleving

Voor de berekeningen op de modelschool is uitgegaan van het niveau van besmettingen in de samenleving in augustus 2021⁴. Dit is hoger dan in het tweede rapport, dat uitging van het besmettingsniveau in de samenleving van juni 2021. Het model gaat uit van een vast aantal introducties vanuit de samenleving, dit komt voor de modelschool neer op 2.43 introducties door leerlingen en 0.11 introducties door leerkrachten per week. Bij de berekening van het aantal introducties voor de model-school is gebruik gemaakt van de door het RIVM gerapporteerde incidenties voor de diverse leeftijdsgroepen per 17 augustus 2021. Deze cijfers weerspiegelen de mate van verspreiding van het virus in de samenleving, zonder bijdrage van scholen. Er wordt aangenomen dat hierbij sprake is van een onderrapportage van infecties van 50% in de leeftijdsgroepen 10-14 en 15-19 jaar, vanwege een hoog percentage asymptomatische en milde infecties. Daarnaast wordt voor het berekenen van het aantal introducties ook rekening gehouden met het feit dat bij een bekende infectie een deel van de besmette personen niet op school aanwezig is tijdens de

infectieuze periode. O.b.v. de pilot data is 60% van de leerlingen en 30% van de docenten tijdens de besmettelijke periode ten minste 1 dag op school geweest.

Aerosoltransmissie

Naast transmissie tussen 'contacten' is er in deze recente analyse tevens rekening gehouden met de mogelijkheid van aerosoltransmissie, waarbij personen die geen directe interactie met elkaar hebben, maar wel in dezelfde ruimte verblijven, de kans lopen om elkaar te besmetten. In het model is 'Aerosol transmission as a super spreading event' toegepast. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat slechts 10% van de besmettingen kan leiden tot aerosoltransmissie. Bij de overige 90% treedt helemaal geen aerosoltransmissie op. Bij de 10% met aerosoltransmissie is het risico voor personen die in dezelfde ruimte verblijven even groot als de normale kans op besmetting tussen personen die een contact van elkaar zijn. Deze aannames over aerosoltransmissie past bij het beeld van incidentele 'superspreaders', en lijkt o.b.v. data hieromtrent de meest waarschijnlijke dynamiek. Dit type aerosoltransmissie is daarom gebruikt in de analyse.

Het R-getal

$R = 1,2$ is gebruikt in de basisanalyse. Dit getal houdt rekening met een hogere besmettelijkheid van de deltavariant in vergelijking met de alpha-variant uit eerdere analyses. Op moment van schrijven van dit rapport vertegenwoordigt de delta-variant reeds 99,7% van alle SARS-CoV-2 infecties in Nederland⁶. Voor de huidige situatie in ons land is dit een vrij pessimistisch reproductiegetal, maar hiermee is gerekend om een mogelijk negatief seizoenseffect in de herfst mee te wegen. In een sensitiviteitsanalyse is tevens gerekend met een $R = 1,0$ voor de periode tot aan de herfstvakantie. Deze waarde is gekozen op basis van een studie over screening in het voortgezet onderwijs in Engeland⁷ en lijkt in de huidige (seizoens) situatie het meest waarschijnlijk.

Inzet SARS-CoV-2 testen

Conform huidig landelijk beleid is het preventief testen van leerlingen en docenten niet langer geadviseerd voor volledig gevaccineerde personen⁵. In het basisscenario is daarom gerekend met de aanname dat preventief testen alleen wordt uitgevoerd door niet (volledig) gevaccineerde leerlingen en docenten. Er wordt gerekend met drie niveaus van deelnamebereidheid aan preventief testen: 10%-20%-30% van de op dat moment niet (volledig) gevaccineerde leerlingen en docenten, waarbij tweemaal per week wordt getest, op maandag en woensdag. In het scenario met risicogericht testen wordt gerekend met 50% deelname (conform pilot).

Scenario's

In het modelmatig onderzoek zijn verschillende scenario's onderzocht. Voor de eerste onderzoeksvraagstelling is gekeken naar het beloop van het aantal school gerelateerde infecties in de periode vanaf school heropening tot aan het bereiken van een stabiele vaccinatiegraad onder leerlingen (situatie 1). Voor deze periode is aangenomen dat, conform huidig beleid, preventief testen wordt ingezet. Voor de tweede vraagstelling is onderzocht wat het effect is van verschillende test-strategieën op het aantal school-gerelateerde infecties bij een stabiele vaccinatiegraad van 68% of 77% (situatie 2). Bij deze analyse is gerekend met een R-getal van 1.2. De vergelijkende scenario's betroffen volledige bezetting met enkel basismaatregelen, volledige bezetting met risicogericht testen en volledige bezetting met 2x per week preventief testen bij verschillende niveaus van deelnamebereidheid.

Resultaten

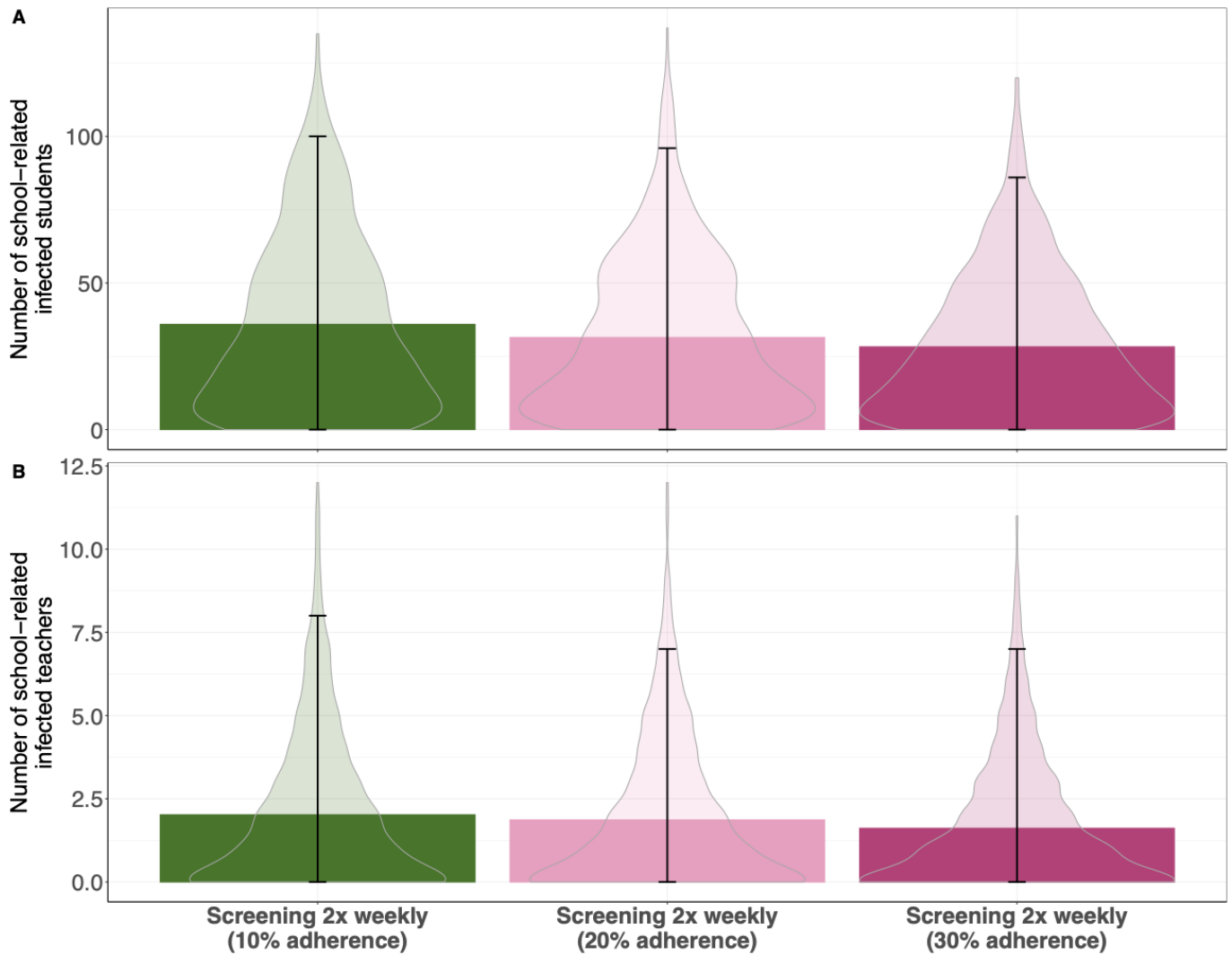
Situatie 1); het beloop van het aantal school gerelateerde infecties in de periode vanaf school opening tot aan het bereiken van een stabiele vaccinatiegraad onder leerlingen.

Scenario met maximale vaccinatiegraad van 68% onder leerlingen (R-getal 1,2)

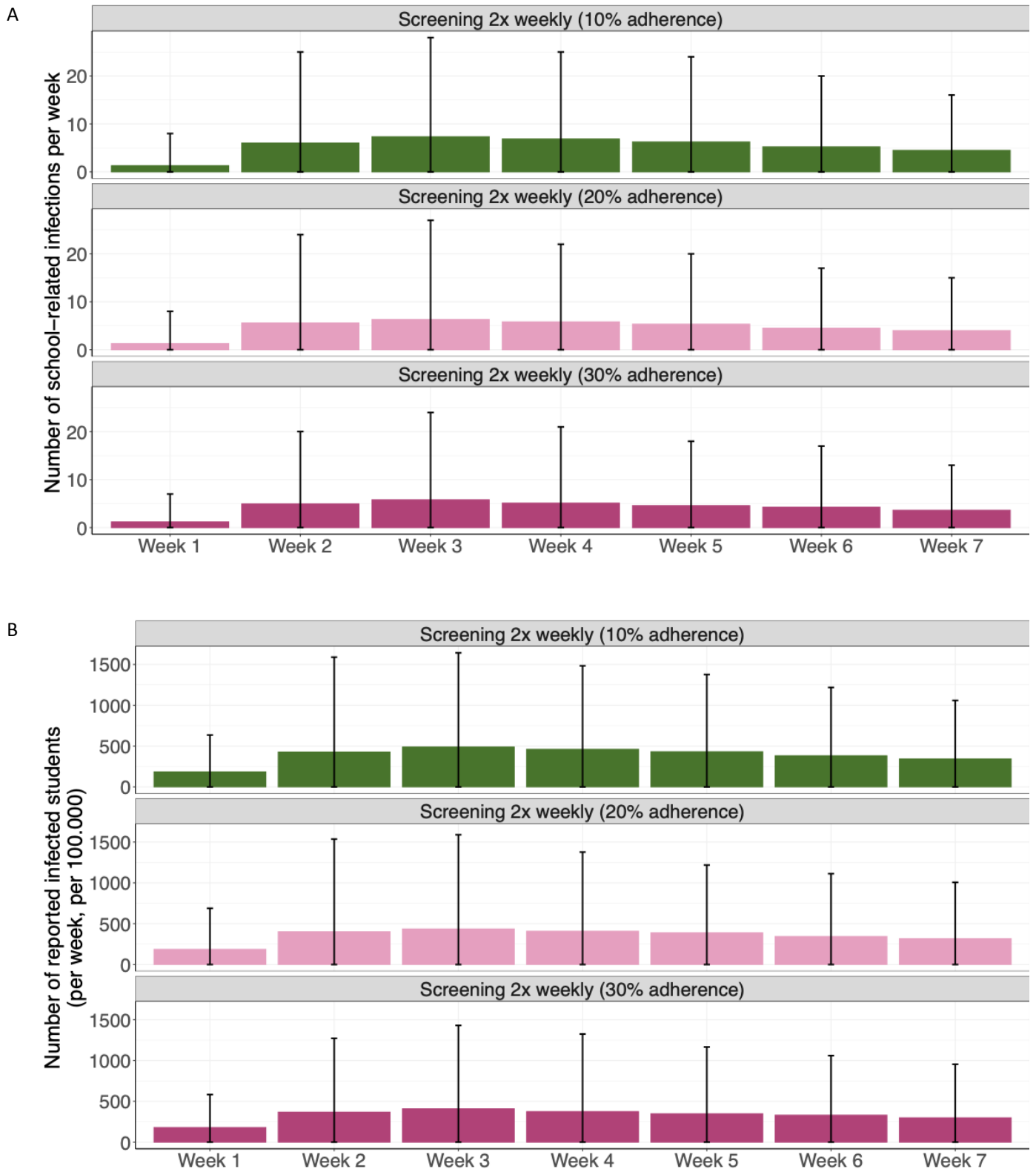
Het cumulatief aantal school-gerelateerde besmettingen voor leerlingen en docenten over een periode van 7 weken bij een stijgende vaccinatiegraad tot 68% en een reproductiegetal van 1,2 is weergegeven in **figuur 3**. Gemiddeld betreft het onder leerlingen 36 (95%BI 0-100) school-gerelateerde infecties bij 10% deelname aan screening, 31 (95%BI 0-96) bij 20% deelname en 28 (95%BI 0-86) bij 30% deelname, over de periode van 7 weken. In alle scenario's is het aantal school-gerelateerd besmettingen onder docenten over dezelfde periode klein. Gemiddeld per school is het aantal school-gerelateerde besmettingen onder docenten 2,0 (95%BI 0-8) bij 10% deelname aan screening, 1,9 (95%BI 0-7) bij 20% delname en 1,6 (95%BI 0-7) bij 30% deelname.

Rond week 3 wordt een piek in het aantal school-gerelateerde besmettingen onder leerlingen verwacht (**Figuur 4**). Per school worden voor week 3 gemiddeld 7,3 (95%BI 0-28) infecties geschat bij 10% deelname aan screening, 6,3 (95%BI 0-27) bij 20% deelname en 5,8 (95%BI 0-24) bij 30% deelname. Dit vertaalt zich naar een verwachte gemeten piekincidentie voor deze leeftijdsgroep van respectievelijk 489 (95%BI 0-1642), 436 (95%BI 0-1589) en 409 (95%BI 0-1430) per 100.000 per week. Vanaf de vierde à vijfde week zal het aantal school-gerelateerde besmettingen afnemen. Deze afname is te verklaren door de oplopende immuniteit door vaccinaties. In week 7, de week waarin de verwachte vaccinatiegraad van 68% is bereikt, voorspelt het model dat het aantal school-gerelateerde besmettingen onder leerligen per school is afgenomen naar ca. 4,5 (95%BI 0-16) bij screening met 10% deelname, 4 (95%BI 0-15) bij screening met 20% deelname en 3,6 (95%BI 0-13) bij screening met 30% deelname. Het uitbraak risico in scholen (waarbij het aantal school-gerelateerde infecties groter is dan het aantal introducties) is gepresenteerd in **figuur 5**. Hier is hetzelfde patroon te zien als bij het totaal aantal school-gerelateerde besmettingen. De uitbraakkans piekt in week 3, waarna het geleidelijk afneemt. Voor elke week is de uitbraakkans het laagst bij screening met 30% deelname. Vergeleken met de piek in week drie daalt de uitbraakkans per week van 64,7 naar 51,9% bij screening met 10% deelname, 58,8% naar 48,1% bij screening met 20% deelname en van 57,6% naar 45,3% bij screening met 30% deelname.

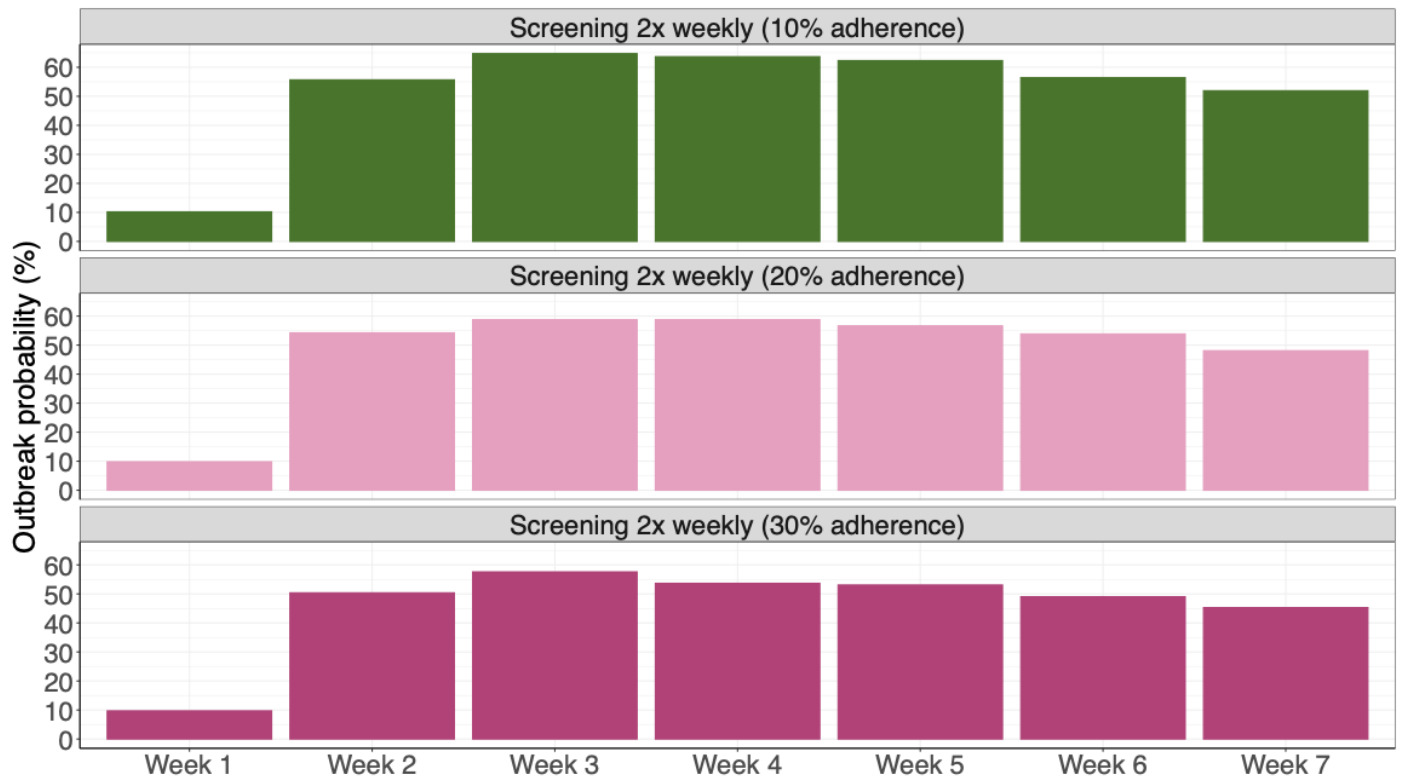
De cumulatief aantal absenties en het cumulatief aantal dagen absent onder leerlingen en docenten als gevolg van isolatie en quarantaine over de periode van 7 weken is getoond in **figuur 6**. In het geval van screening zijn het gemiddelde aantal absenties gedurende periode van zeven weken onder leerlingen 41 (95%BI 0-113) bij 10% deelname, 39 (95%BI 0-113) bij 20% deelname en 37 (95%BI 1-105) bij 30% deelname. Het aantal dagen absent onder leerlingen is 0,29 (95%BI 0-0,83) bij 10% deelname, 0,28 (95%BI 0-0,85) bij 20% deelname en 0,27 (95%BI 0-0,8) bij 30% deelname. Er is geen duidelijk effect zichtbaar bij het aantal absenties en dagen dat docenten afwezig zijn. Bij docenten is het gemiddelde aantal absenties bij screening tussen 1,3 en 1,5 en het aantal dagen absent per leerkracht ligt tussen 0,12 en 0,13.



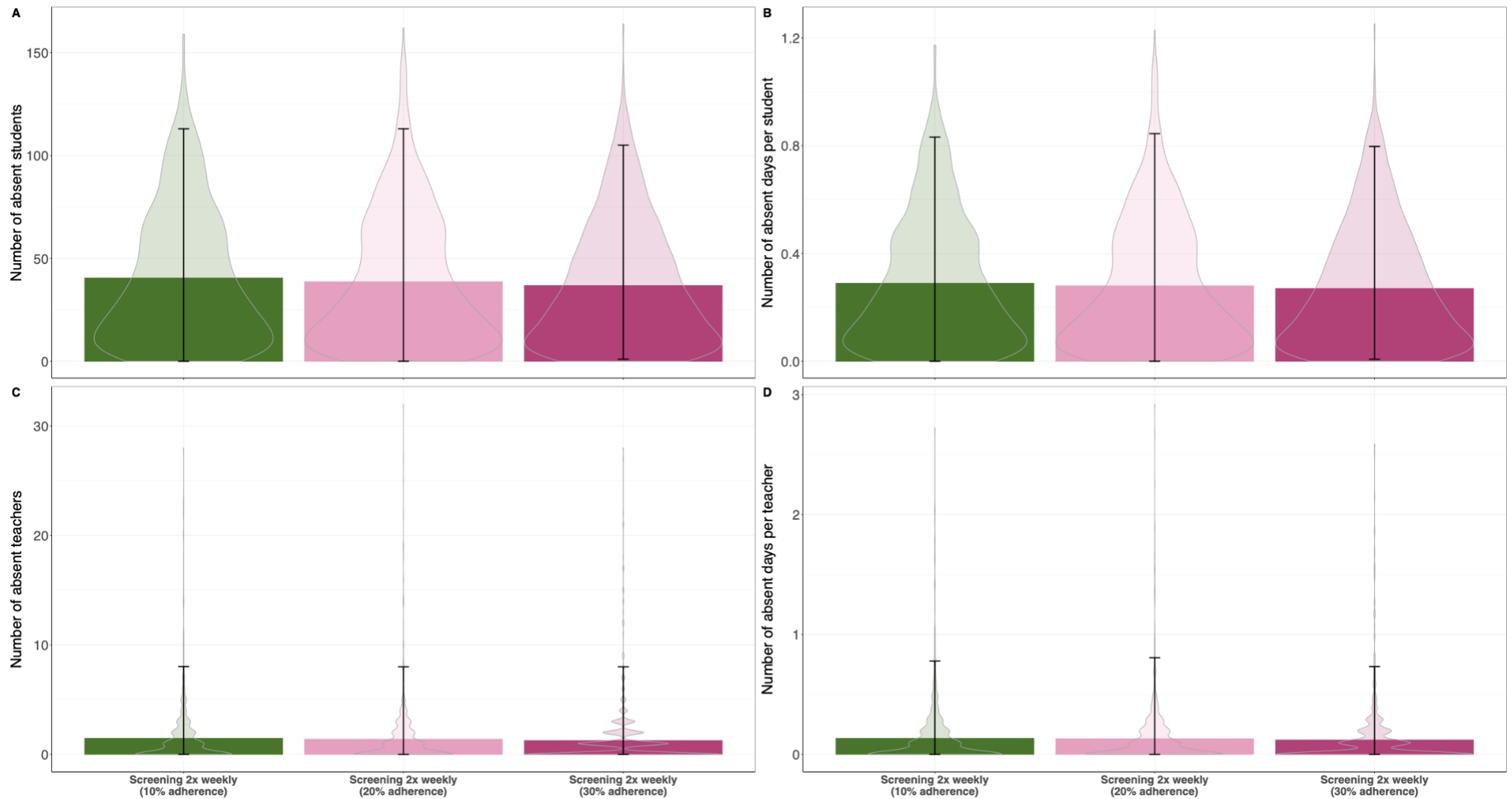
Figuur 3 Schattingen school-gerelateerde besmettingen bij reproductiegetal van 1,2 en vaccinatiegraad 68% voor verschillende scenario's voor de modelschool over de periode van 7 weken. Van links zijn rechts zijn achtereenvolgens de resultaten gevisualiseerd van 2x per week preventief testen met 10% deelname; 2x per week preventief testen met 20% deelname; 2x per week preventief testen met 30% deelname. Resultaten zijn gebaseerd op 800 simulaties per scenario. De hoogte van de staafgrafiek geeft het gemiddelde van de simulaties weer. De zwarte verticale lijnen vertegenwoordigen het interval waarbinnen 95% van de simulaties valt.



Figuur 4 Schattingen school-gerelateerde besmettingen per A) school met 944 leerlingen, en B) 100.000 personen, bij reproductiegetal van 1,2 en vaccinatiegraad 68% voor verschillende scenario's voor de modelschool per week. De hoogte van de punt geeft het gemiddelde van de simulaties weer. De foutbalken vertegenwoordigen het interval waarin 95% van de simulaties valt. De lijn toont de trend van het gemiddelde van de simulaties over de weken.



Figuur 5 Uitbraakkansen per week bij een reproductiegetal van 1,2 en vaccinatiegraad 68% voor verschillende scenario's voor de modelschool. De hoogte van de staafgrafiek geeft het gemiddelde van de simulaties weer.



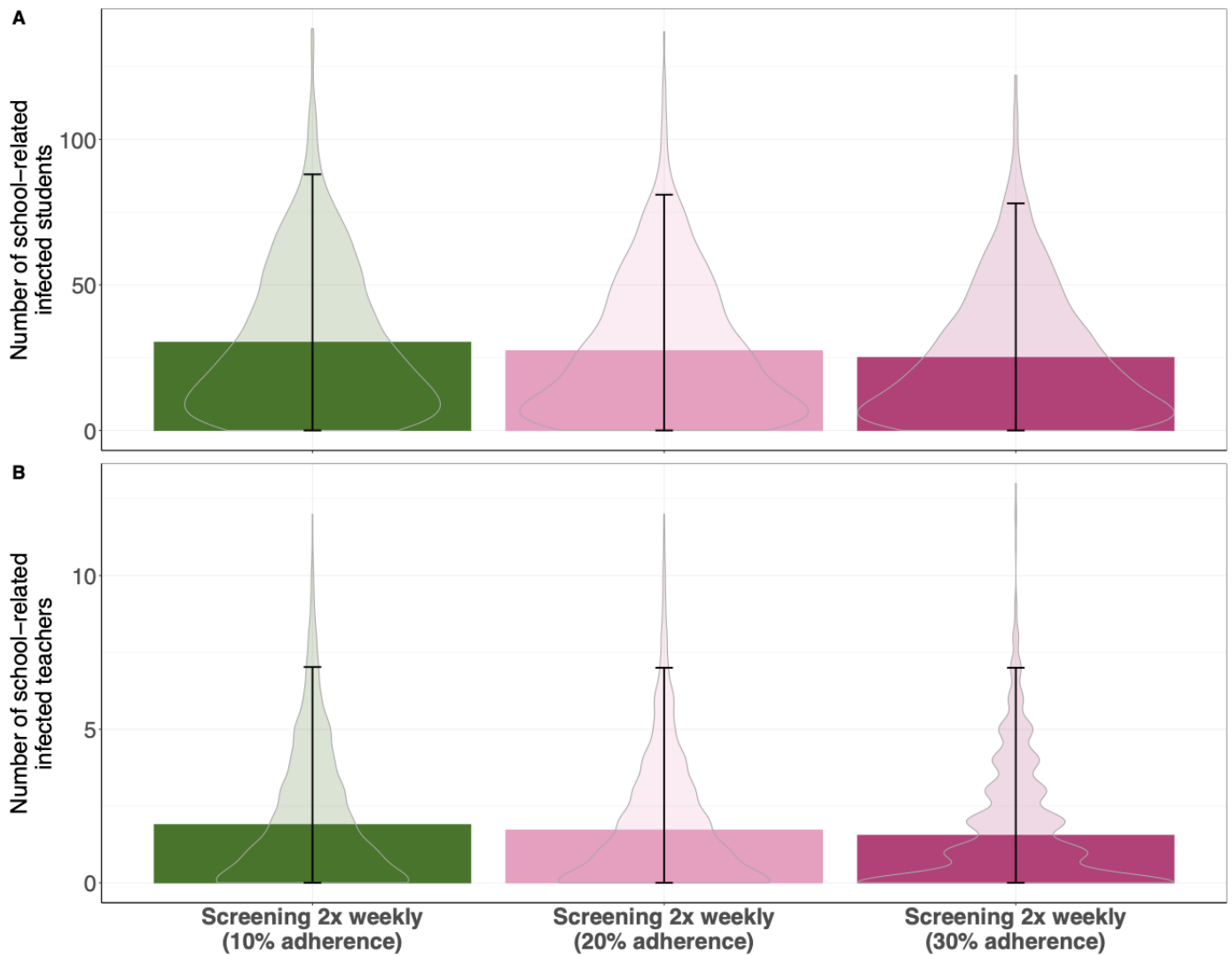
Figuur 6 Cumulatief aantal absenties en aantal dagen absent door isolatie en quarantaine onder leerlingen en docenten voor de model-school bij een situatie. Weergave voor verschillende scenario's bij een reproductiegetal van 1.2 gedurende een periode van 7 weken. Berekend is A) aantal absente leerlingen, B) aantal dagen absentie per leerling, C) aantal absente docenten D) aantal dagen absentie per docent. Resultaten zijn gebaseerd op 800 simulaties per scenario. De hoogte van de staafgrafiek geeft het gemiddelde van de simulaties weer. De zwarte verticale lijnen vertegenwoordigen het interval waarbinnen 95% van de simulaties valt.

Scenario met maximale vaccinatiegraad van 77% onder leerlingen (R-getal 1,2)

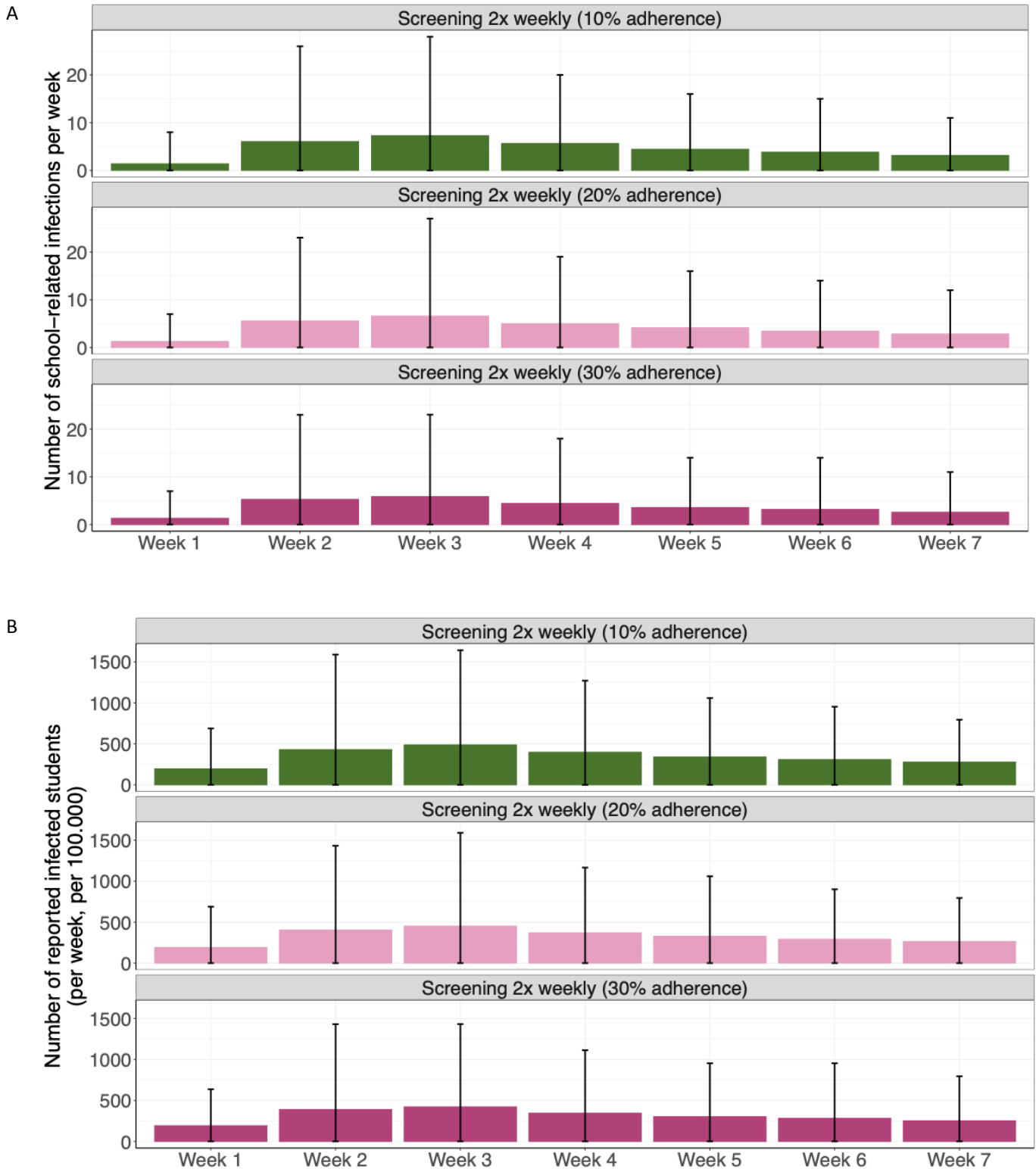
Het cumulatief aantal school-gerelateerde besmettingen voor leerlingen en docenten over een periode van 7 weken bij een stijgende vaccinatiegraad tot 77% en een reproductiegetal van 1,2 is gepresenteerd in **figuur 7**. Gemiddeld per school is het cumulatief aantal school-gerelateerde besmettingen onder leerlingen over de periode van 7 weken 30,3 (95%BI 0-88) bij 10% deelname aan screening, 27,4 (95%BI 0-81) bij 20% deelname en 25 (95%BI 0-78) bij 30% deelname. In alle scenario's is het aantal school-gerelateerde besmettingen onder docenten over dezelfde periode klein. Gemiddeld per school is het cumulatief aantal school-gerelateerde besmettingen onder docenten 1,9 (95%BI 0-7) bij 10% deelname aan screening, 1,7 (95%BI 0-7) bij 20% deelname en 1,6 (95%BI 0-7) bij 30% deelname.

Rond week 3 wordt een piek in het aantal school-gerelateerde besmettingen onder leerlingen verwacht (**Figuur 4**). Per school worden voor week 3 in totaal 7,3 (95%BI 0-28) school-gerelateerde infecties geschat bij 10% deelname aan screening, 6,6 (95%BI 0-27) bij 20% deelname en 5,9 (95%BI 0-23) bij 30% deelname. Dit vertaalt zich naar een verwachte gemeten piekincidentie voor deze leeftijdsgroep van respectievelijk 486 (95%BI 0-1641), 451 (95%BI 0-1589) en 421 (95%BI 0-1431) infecties per 100.000 per week. Vanaf de vierde a vijfde week zal het aantal school-gerelateerde besmettingen afnemen. Deze afname is te verklaren bij de oplopende immuniteit door vaccinaties. In week 7, de week waarin de verwachte vaccinatiegraad met 77% is bereikt, voorspelt het model dat het aantal school-gerelateerde besmettingen onder leerlingen per school is afgenomen tot 3,1 (95%BI 0-11) bij 10% deelname aan screening, 2,8 (95%BI 0-12) bij 20% deelname en 2,6 (95%BI 0-11) 30% deelname. Het uitbraak risico in scholen (waarbij het aantal school-gerelateerde infecties groter is dan het aantal introducties) is gepresenteerd in **figuur 9**. Hier is hetzelfde patroon te zien als bij het aantal school-gerelateerde besmettingen. De uitbraakkans piekt in week 3. Voor elke week is de uitbraakkans het laagst bij screening met 30% deelname. Vergeleken met de piek in week drie daalt de uitbraakkans per week van. 65 naar 39,7% bij 10% deelname aan screening, van 59,6% naar 33,2% bij 20% deelname en van 55,8% naar 33,1% bij 30% deelname.

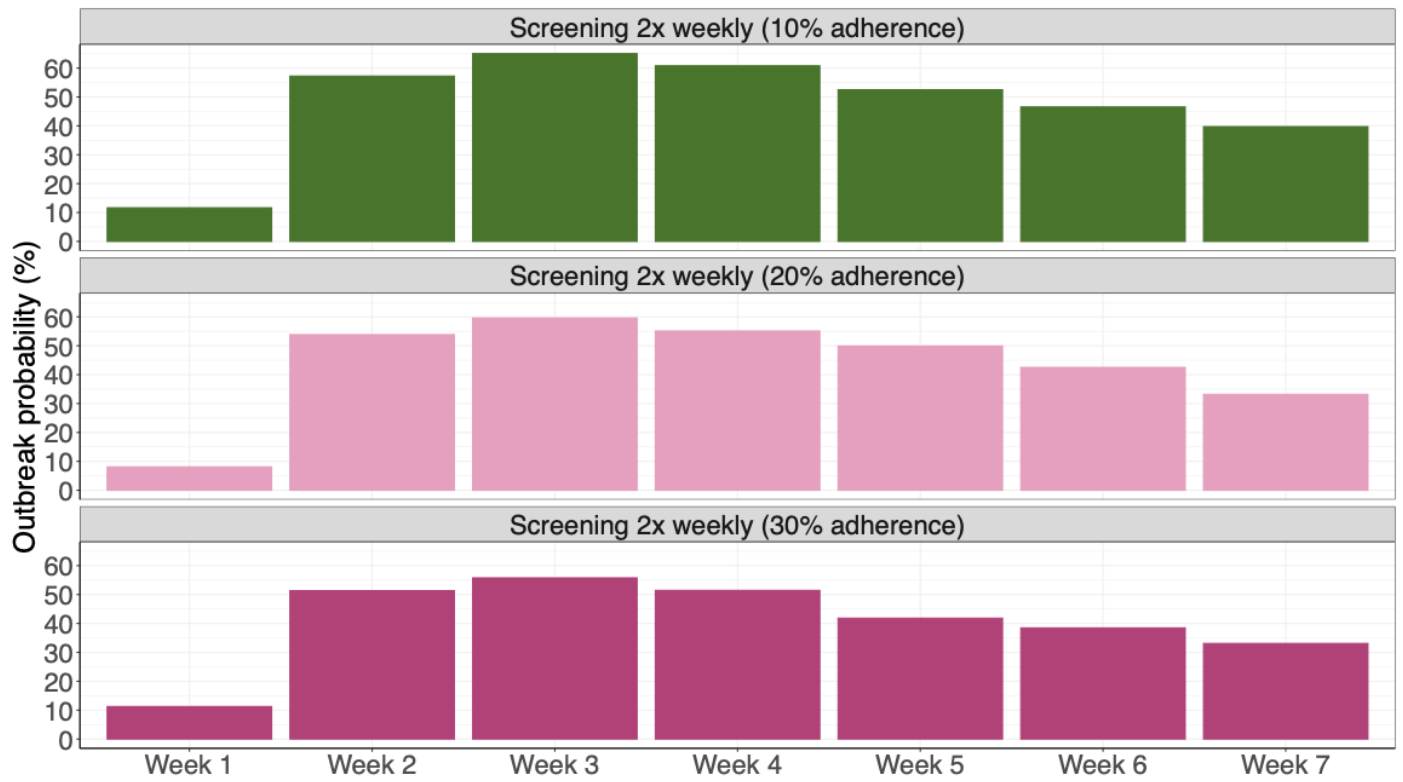
Het cumulatief aantal absenties en het cumulatief aantal dagen absent onder leerlingen en docenten als gevolg van isolatie en quarantaine v over de periode van 7 weken is getoond in **figuur 10**. Het gemiddelde cumulatieve aantal absenties onder leerlingen is 37 (95%BI 1-113) bij 10% deelname aan screening, 36 (95%BI 1-108) bij 20% deelname en 35 (95%BI 1-105) bij 30% deelname. Het cumulatief aantal dagen absent onder leerlingen is 0,27 (95%BI 0-0,83) bij 10% deelname, 0,26 (95%BI 0,01-0,80) bij 20% deelname en 0,26 (95%BI 0-0,79) bij 30% deelname. De kleine variatie kan verklaard worden door stochastische effecten. Er is geen duidelijk effect zichtbaar bij het aantal absenties en dagen dat docenten afwezig zijn. Bij docenten is het gemiddelde aantal absenties bij screening bij 10-30% deelname 1,3 en het aantal dagen absent per leerkracht ligt rond 0,12.



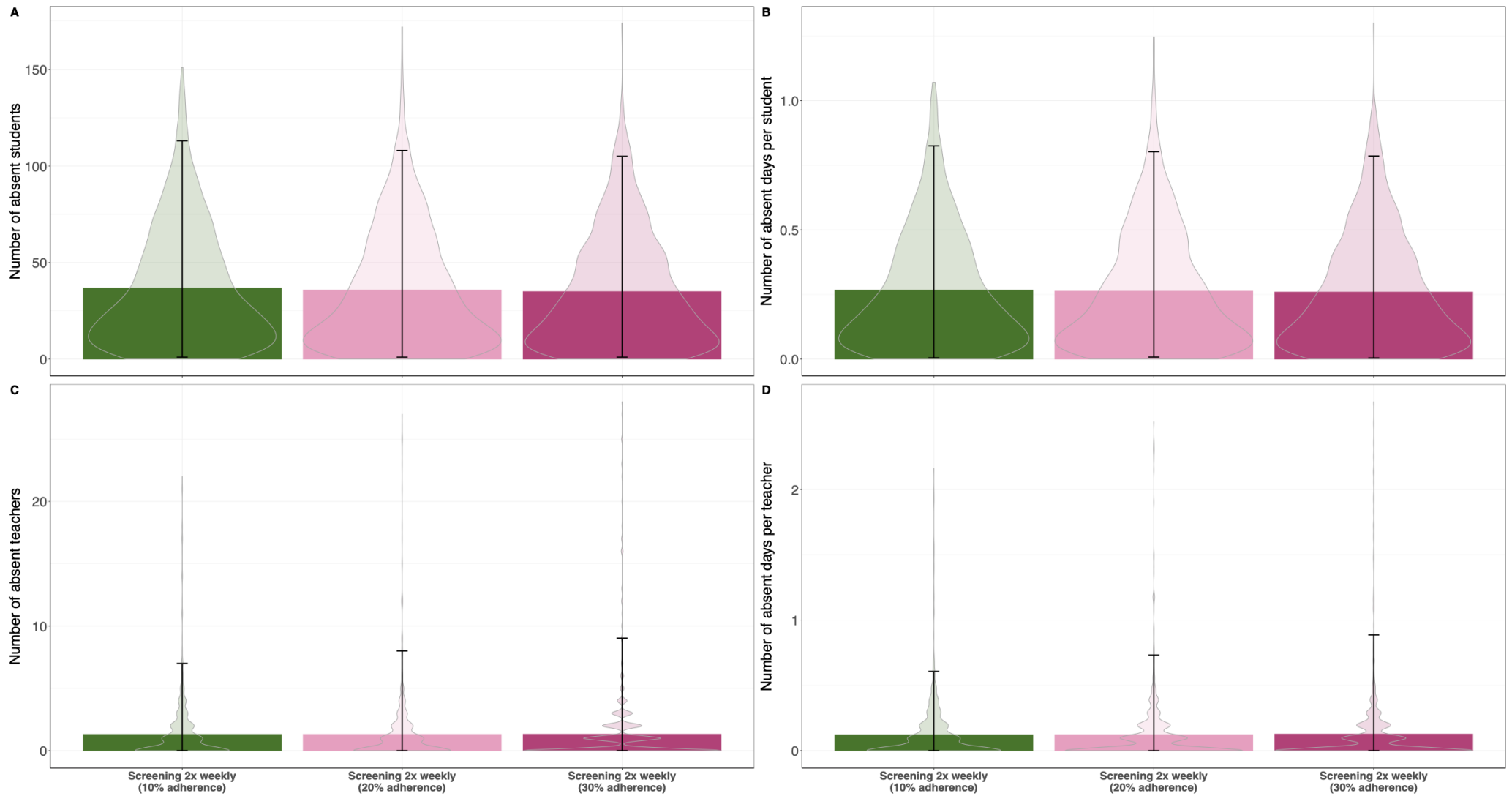
Figuur 7 Schattingen school-gerelateerde besmettingen bij vaccinatiegraad 77% en reproductiegetal van 1,2 voor verschillende scenario's voor de modelschool over de periode van 7 weken. Van links zijn rechts zijn achtereenvolgens de resultaten gevisualiseerd van 2x per week preventief testen met 10% deelname; 2x per week preventief testen met 20% deelname; 2x per week preventief testen met 30% deelname. Resultaten zijn gebaseerd op 800 simulaties per scenario. De hoogte van de staafgrafiek geeft het gemiddelde van de simulaties weer. De zwarte verticale lijnen vertegenwoordigen het interval waarbinnen 95% van de simulaties valt.



Figuur 8 Schattingen school-gerelateerde besmettingen per A) school met 944 leerlingen, en B) 100.000 personen, bij reproductiegetal van 1,2 en vaccinatiegraad 77% voor verschillende scenario's voor de modelschool per week. De hoogte van de punt geeft het gemiddelde van de simulaties weer. De foutbalken vertegenwoordigen het interval waarin 95% van de simulaties valt. De lijn toont de trend van het gemiddelde van de simulaties over de weken.



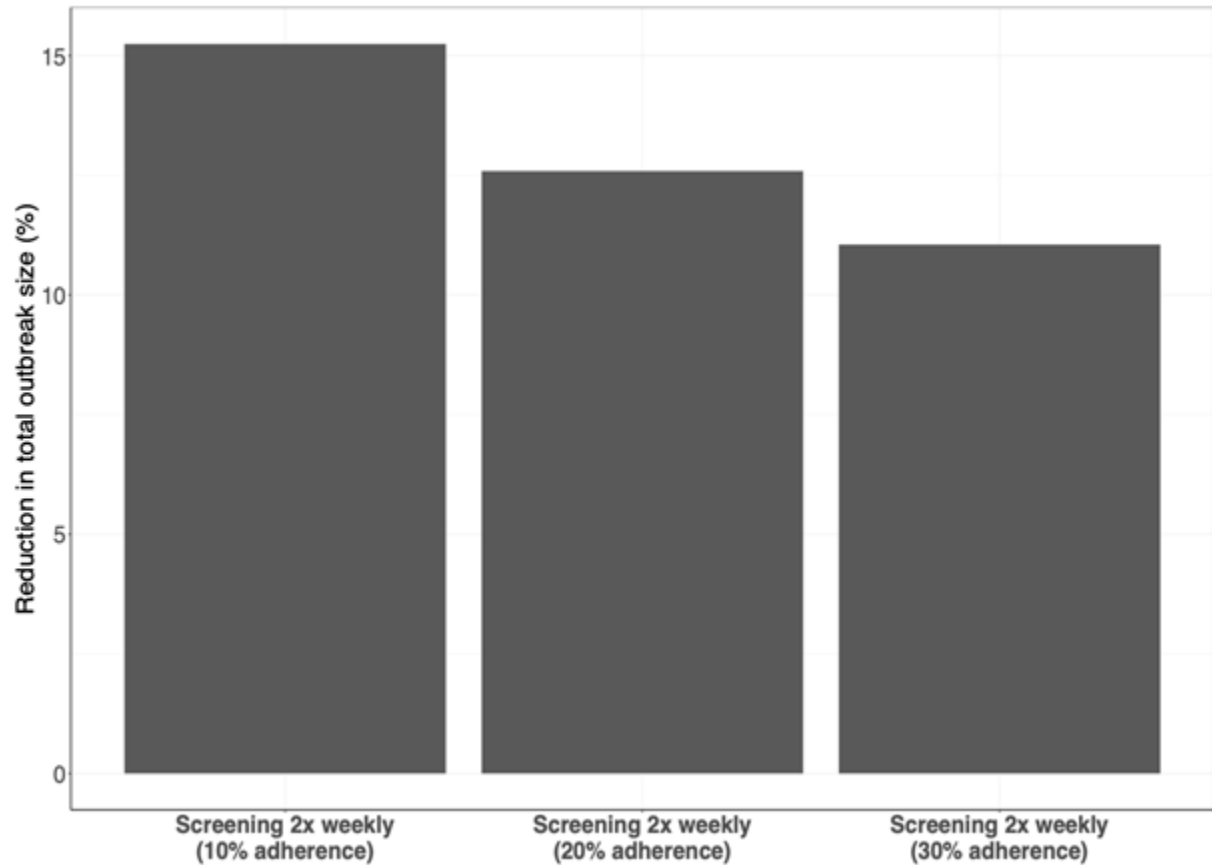
Figuur 9 Uitbraakkansen per week bij een reproductiegetal van 1,2 en vaccinatiegraad 77% voor verschillende deelnamebereidheid aan preventief testen voor de modelschool. De hoogte van de staafgrafiek geeft het gemiddelde van de simulaties weer.



Figuur 10 Cumulatief aantal absenties en aantal dagen absent door isolatie en quarantaine onder leerlingen en docenten voor de model-school bij een situatie. Weergave voor verschillende scenario's bij een reproductiegetal van 1.2 gedurende een periode van 7 weken. Berekend is A) aantal absente leerlingen, B) aantal dagen absentie per leerling, C) aantal absente docenten D) aantal dagen absentie per docent. Resultaten zijn gebaseerd op 800 simulaties per scenario. De hoogte van de staafgrafiek geeft het gemiddelde van de simulaties weer. De zwarte verticale lijnen vertegenwoordigen het interval waarbinnen 95% van de simulaties valt.

Vergelijking maximale vaccinatiegraad 68% versus 77% onder leerlingen (R-getal 1,2)

De reductie in uitbraakgrootte over de periode van 7 weken bij een oplopende vaccinatiegraad tot 77% vergeleken met een oplopende vaccinatiegraad tot 68% wordt gepresenteerd in **figuur 11**. Het figuur toont een relatieve reductie van 11%-15%, afhankelijk van de deelname aan screening.



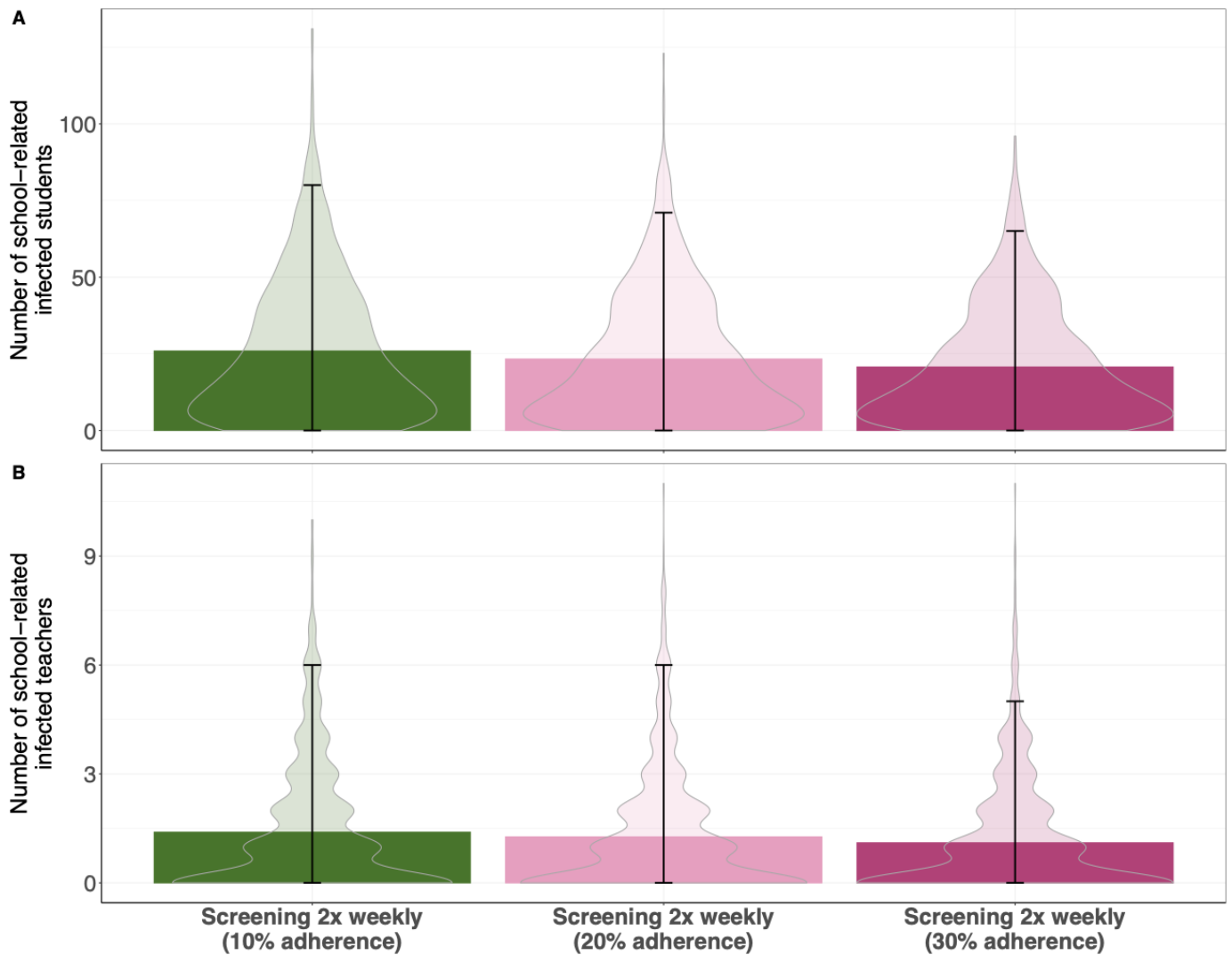
Figuur 11 De reductie in uitbraakgrootte over de periode van 7 weken bij een oplopende vaccinatiegraad tot 77% vergeleken met een oplopende vaccinatiegraad tot 68%. De hoogte van de staafgrafiek geeft het gemiddelde van de simulaties weer.

Van huidige vaccinatiegraad naar 68% vaccinatiegraad onder leerlingen (R-getal 1,0)

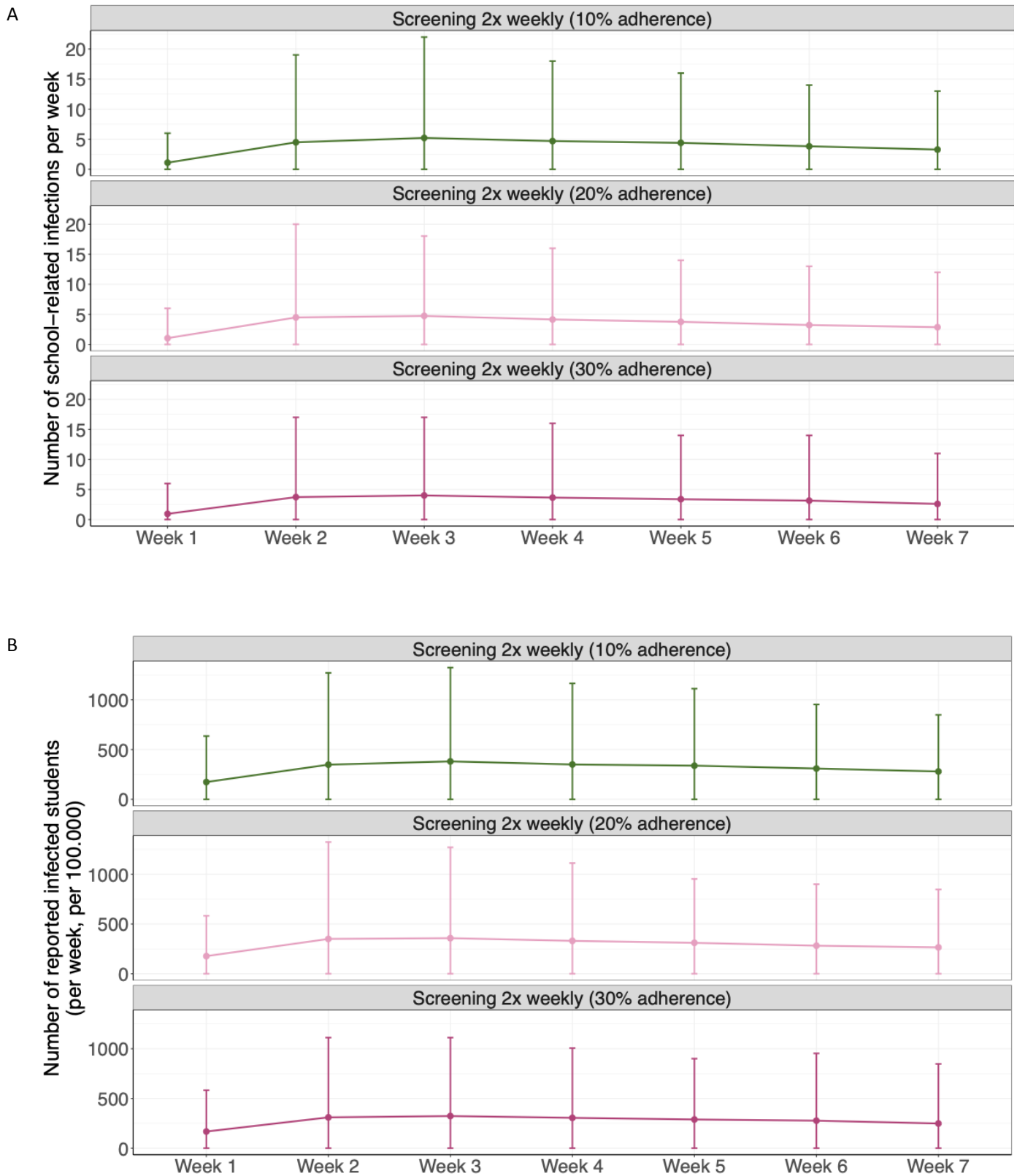
Het cumulatief aantal school-gerelateerde besmettingen voor leerlingen en docenten over een periode van 7 weken bij een stijgende vaccinatiegraad tot 68% en een reproductiegetal van 1,0 is gepresenteerd in **figuur 12**. het cumulatief aantal school-gerelateerde besmettingen onder leerlingen over de periode van 7 weken 26 (95%BI 0-80) bij 10% deelname aan screening, 23 (95%BI 0-71) bij 20% deelname en 21 (95%BI 0-65) bij 30% deelname. In alle scenario's is het aantal school-gerelateerd besmettingen onder docenten over dezelfde periode klein. Gemiddeld per school is het cumulatief aantal school-gerelateerde besmettingen onder docenten 1,4 (95%BI 0-6) bij 10% deelname, 1,3 (95%BI 0-6) bij 20% deelname en 1,1 (95%BI 0-5) bij 30% deelname aan screening.

Rond week 3 wordt een piek in het aantal school-gerelateerde besmettingen onder leerlingen verwacht (**Figuur 13**). Per school worden voor week 3 in totaal 5,2 (95%BI 0-22) school-gerelateerde infecties geschat bij 10% deelname aan screening, 4,7 (95%BI 0-18) bij 20% deelname en 4 (95%BI 0-17) bij 30% deelname. Dit vertaalt zich naar een verwachte gemeten piekincidentie voor deze leeftijdsgroep van respectievelijk 381 (95%BI 0-1324), 358 (95%BI 0-1271) en 323 (95%BI 0-1112) infecties per 100.000 per week. Vanaf de vierde a vijfde week de school-gerelateerde besmettingen afnemen. Deze afname is te verklaren bij de oplopende immuniteit door vaccinaties. In week 7, de week waarin de verwachte vaccinatiegraad met 68% is bereikt, voorspelt het model dat het aantal school-gerelateerde besmettingen onder leerligen per school afgenomen naar 3,3 (95%BI 0-13) 10% deelname aan screening, 2,9 (95%BI 0-12) bij 20% deelname en 2,6 (95%BI 0-11) bij 30% deelname. Het uitbraak risico in scholen (waarbij het aantal school-gerelateerde infecties groter is dan het aantal introducties) is gepresenteerd in **figuur 14**. Hier is hetzelfde patroon te zien als bij het aantal school-gerelateerde besmettingen. De uitbraakkans piekt in week 3. Voor elke week is de uitbraakkans het laagst bij screening met 30% deelname. Vergeleken met de piek in week 3 daalt de uitbraakkans in week 7 van ca. 55,9 naar 42,7% bij 10% deelname aan screening, van 51,8% naar 35,5% bij 20% deelname en van 46,7% naar 33,3% bij 30% deelname.

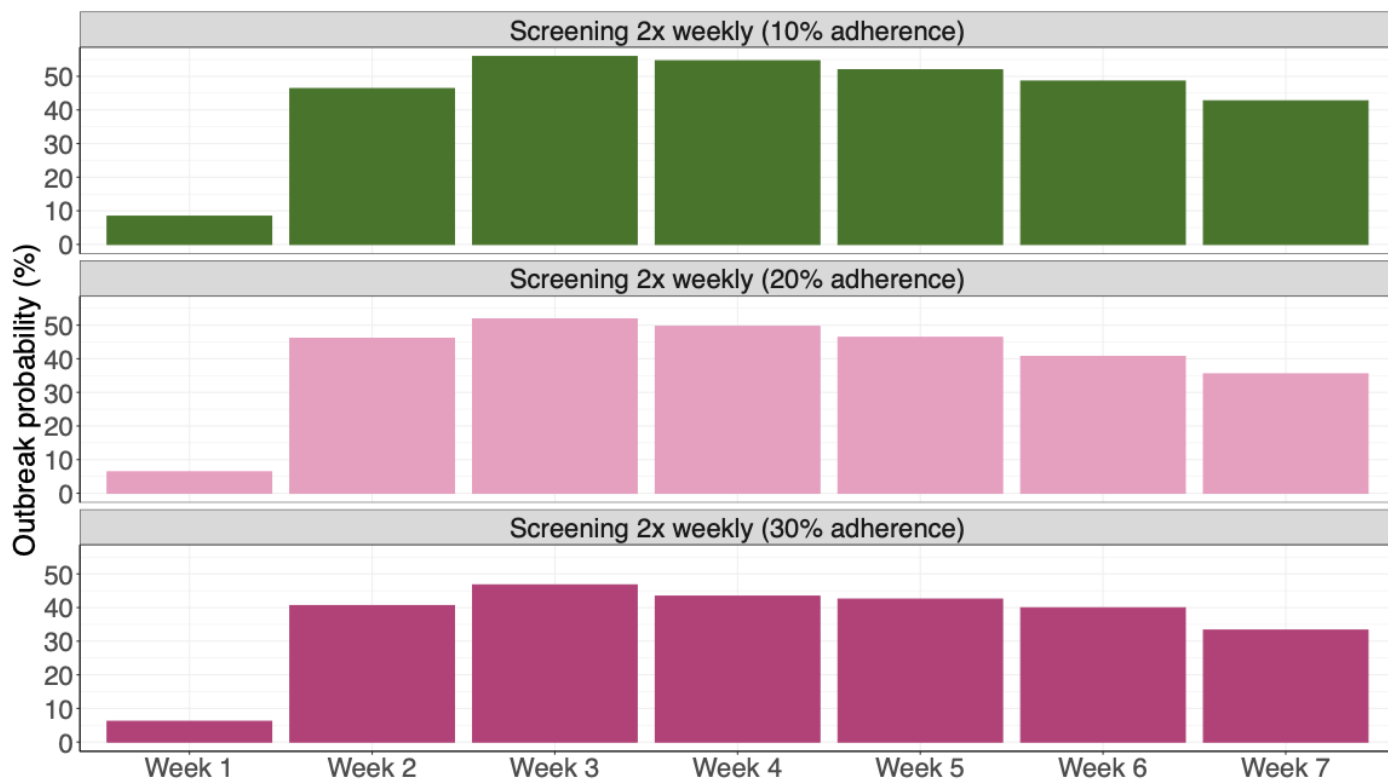
Het cumulatief aantal absenties en het cumulatief aantal dagen absent onder leerlingen en docenten als gevolg van isolatie en quarantaine v over de periode van 7 weken is getoond in **figuur 15**. Het gemiddelde cumulatieve aantal absenties onder leerlingen is 33 (95%BI 0-98) bij 10% deelname aan screening, 32 (95%BI 0-99) bij 20% deelname en 31 (95%BI 1-90) bij 30% deelname. De kleine variatie kan verklaard worden door stochastische effecten. Het cumulatief aantal dagen absent onder leerlingen is gemiddeld 0,23 (95%BI 0-0,72) bij 10% deelname aan screening, 0,24 (95%BI 0-0,74) bij 20% deelname en 0,24 (95%BI 0,01-0,67) bij 30% deelname. Er is geen duidelijk effect zichtbaar bij het aantal absenties en dagen dat docenten afwezig zijn. Bij docenten is het gemiddelde aantal absenties bij screening tussen en het aantal dagen absent per leerkracht ligt tussen 0,09 en 0,11.



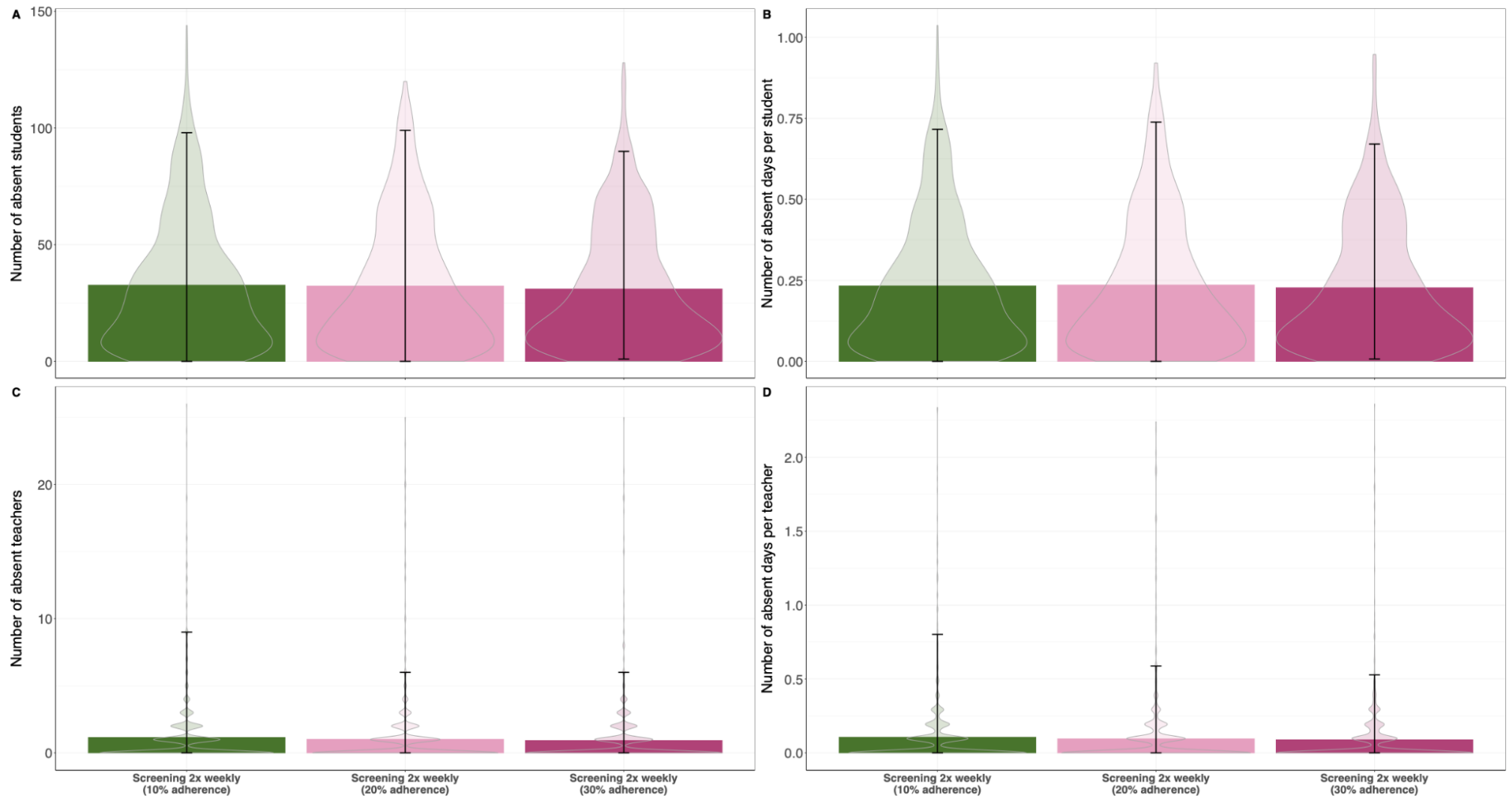
Figuur 12 Schattingen school-gerelateerde besmettingen bij reproductiegetal van 1,0 en vaccinatiegraad 68% voor verschillende scenario's voor de modelschool over de periode van 7 weken. Van links zijn rechts zijn achtereenvolgens de resultaten gevisualiseerd van 2x per week preventief testen met 10% deelname; 2x per week preventief testen met 20% deelname; 2x per week preventief testen met 30% deelname. Resultaten zijn gebaseerd op 800 simulaties per scenario. De hoogte van de staafgrafiek geeft het gemiddelde van de simulaties weer. De zwarte verticale lijnen vertegenwoordigen het interval waarbinnen 95% van de simulaties valt.



Figuur 13 Schattingen school-gerelateerde besmettingen per A) school met 944 leerlingen, en B) 100.000 personen, bij reproductiegetal van 1,0 en vaccinatiegraad 68% voor verschillende scenario's voor de modelschool per week. De hoogte van de punt geeft het gemiddelde van de simulaties weer. De foutbalken vertegenwoordigen het interval waarin 95% van de simulaties valt.



Figuur 14 Uitbraakkansen per week bij een reproductiegetal van 1,0 en vaccinatiegraad 68% voor verschillende scenario's voor de modelschool. De hoogte van de staafigrafiek geeft het gemiddelde van de simulaties weer.



Figuur 15 Cumulatief aantal absenties en aantal dagen absent door isolatie en quarantaine onder leerlingen en docenten voor de model-school bij een situatie. Weergave voor verschillende scenario's bij een reproductiegetal van 1.2 gedurende een periode van 7 weken. Berekend is A) aantal absente leerlingen, B) aantal dagen absentie per leerling, C) aantal absente docenten D) aantal dagen absentie per docent. Resultaten zijn gebaseerd op 800 simulaties per scenario. De hoogte van de staafgrafiek geeft het gemiddelde van de simulaties weer. De zwarte verticale lijnen vertegenwoordigen het interval waarbinnen 95% van de simulaties valt.

Situatie 2); Effect van verschillende teststrategieën bij een stabiele vaccinatiegraad

De volgende resultaten zijn steeds berekend over de periode van vier weken waarbij het aantal introducties per week en de vaccinatiegraad stabiel is.

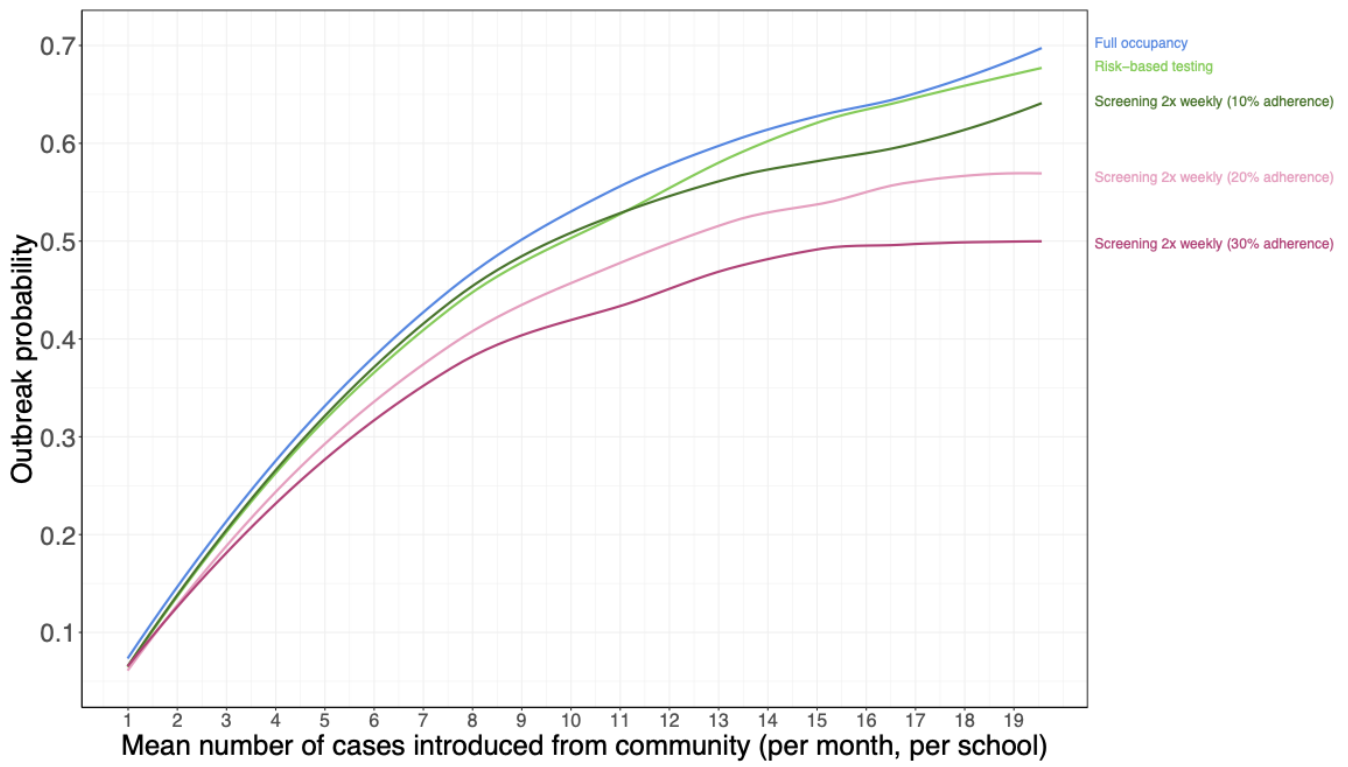
Bij een stabiele vaccinatiegraad wordt het aantal school-gerelateerde infecties bepaald door het aantal infectie introducties vanuit de samenleving en het aantal niet-immune personen dat nog in de school aanwezig is. Hoe meer introducties, hoe vaker dit zal leiden tot een uitbraak in de school en hoe meer school-gerelateerde infecties optreden. Door deze infecties zal vervolgens het aantal niet-immune personen in de school afnemen. Dit leidt dan weer tot een afname van het aantal infecties en uitbraken. De getoonde analyses gaan over een periode van 1 maand. Op deze korte termijn is het effect van een oplopend aantal immune personen na doorgemaakte infecties beperkt. Voor de langere termijn (meerdere maanden tot een jaar) zal dit effect echter steeds belangrijker worden. De getoonde resultaten moeten daarom geïnterpreteerd worden als passend bij de situatie voor dit najaar. Bij gelijkblijvende vaccinatie-effectiviteit zal het aantal infecties en uitbraken hierna naar verwachting verder afnemen.

Vaccinatiegraad van 68% onder leerlingen (R-getal 1,2)

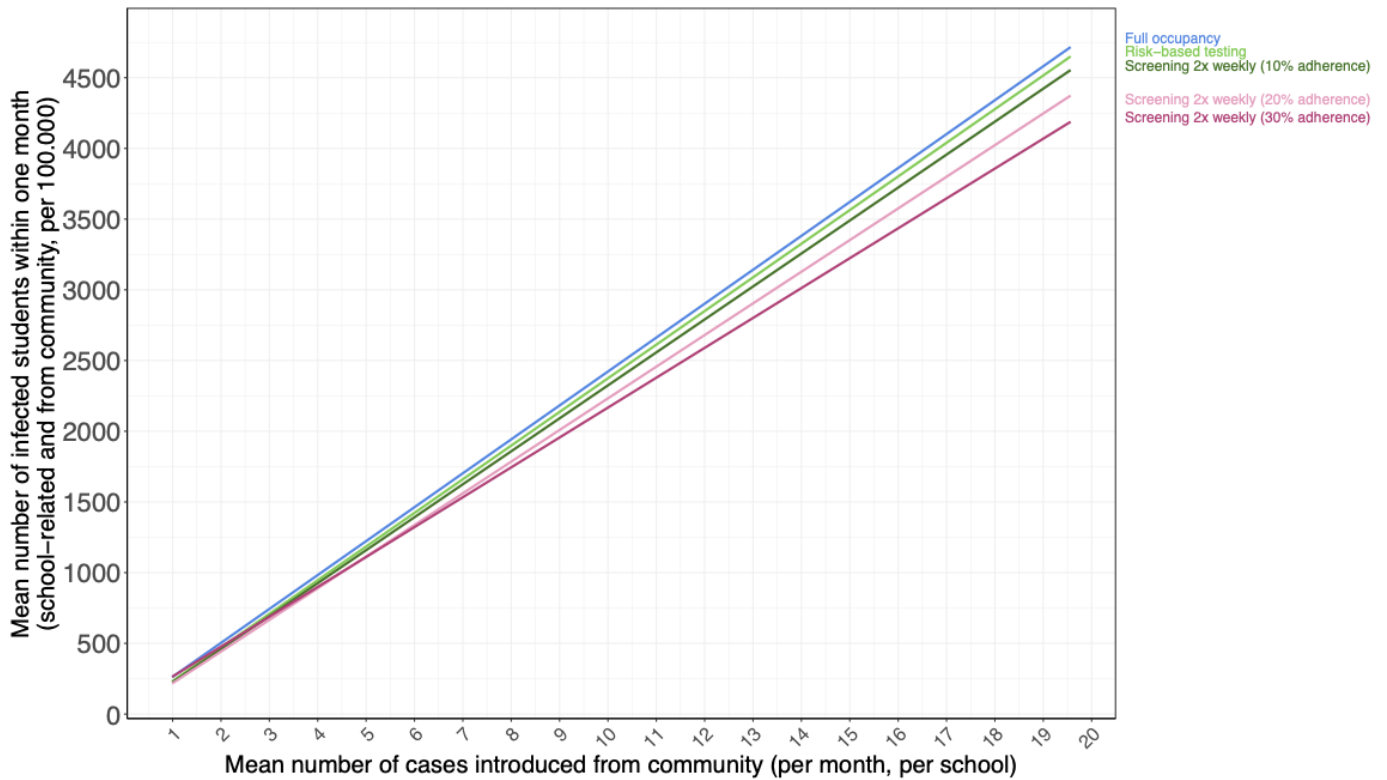
Om inzicht te krijgen in de mogelijke effecten van verschillende test-scenario's bij stabiele vaccinatiegraad is het aantal school-gerelateerde besmettingen onderzocht bij een variërend aantal introducties in de school vanuit de samenleving. **Figuur 20** toont de resultaten voor 1 tot 20 introducties per school per maand bij verschillende test-scenario's op het uitbraakkrisico. De uitbraakkans is gebaseerd op het percentage simulaties waarin het aantal school-gerelateerde infecties per maand het aantal introducties in de school overstijgt. Dit kan worden geïnterpreteerd als de kans dat scholen een 'vliegwielen' effect zullen krijgen op de epidemie. Tot aan ca. 9 introducties per maand is de uitbraakkans in alle scenario's < 50% bij een vaccinatiegraad van 68% onder leerlingen en een R-getal van 1.2. Bij screening met 30% deelname blijft de uitbraakkans tot aan 20 introducties per maand onder de 50%. Het effect van inzet van testen op de uitbraakkans neemt toe met oplopend aantal introducties. Vanaf 8 introducties per maand is het verschil in uitbraakkans tussen het meest effectieve scenario (screening met 30% deelname) en het scenario zonder testen 10% of hoger.

Figuur 21 toont het te verwachten totaal aantal infecties per 100.000 leerlingen per maand bij oplopend aantal introducties in de school, bij een vaccinatiegraad van 68% en $R=1,2$. Het te verwachten totaal aantal infecties is de som van de school-gerelateerde infecties en infecties die buiten school zijn opgelopen. Bij een laag aantal introducties vanuit de samenleving is er een gering effect van de teststrategieën. Het maandelijks aantal infecties per 100.000 leerlingen bij één introductie per maand ligt tussen 218 en 265. Bij 20 introducties per maand loopt de incidentie op tot 4821 infecties/100.000 leerlingen per maand bij volledige bezetting zonder testen. Bij dit hoge aantal introducties is de geschatte maximale reductie door inzet van testen 541 infecties/100.000 per maand. Deze aantallen worden bereikt bij 20 introducties per maand en vergelijking van een scenario zonder testen versus scenario met 30% deelname aan screening. Ter vergelijking, het geschatte aantal introducties vanuit de samenleving op basis van besmettingsniveaus in augustus wordt geschat op ca. 10 per maand.

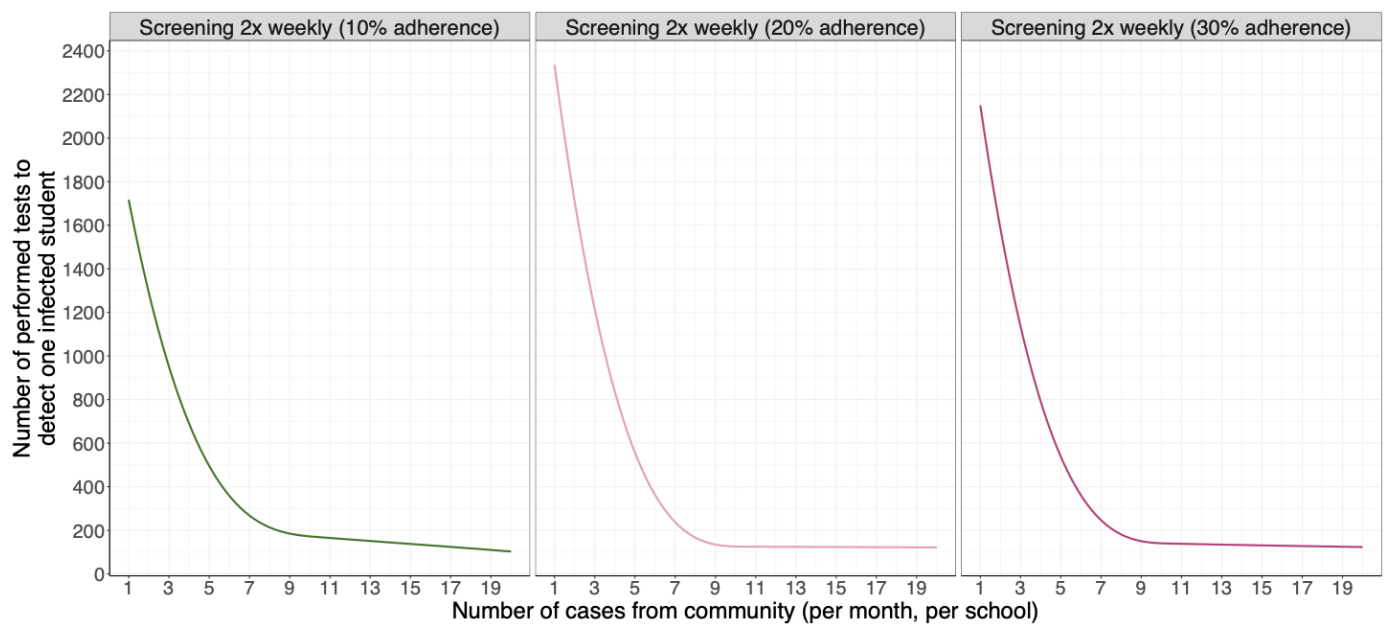
Figuur 22 toont vervolgens de doelmatigheid van twee keer per week testen afhankelijk van het aantal infectie introducties. Hierbij valt op dat vanaf een ongeveer 8 introducties per maand de curve aanzienlijk vlakker wordt. Bij lagere aantallen introducties neemt de doelmatigheid van testen snel af. Bij één introductie uit de samenleving moeten er ca. 1700 tot 2320 testen worden afgenomen, afhankelijk van de deelname aan screening, om één besmette leerling te detecteren.



Figuur 16 Uitbraakkans voor leerlingen per maand uitgezet tegen totaal aantal besmettingen (school gerelateerd en vanuit samenleving) bij verschillende scenario's. *De lichte variatie kan verklaard worden door stochastische effecten.*



Figuur 17 Gemiddeld aantal infectie introducties in de school per maand uitgezet tegen totaal aantal besmettingen (school gerelateerd en vanuit samenleving) bij verschillende scenario's.



Figuur 18 Verhouding tussen aantal uitgevoerde testen om één besmette leerling te detecteren versus het aantal introducties in de school.

Om te bepalen of, en welk scenario dient te worden ingezet in het voortgezet onderwijs afhankelijk van het besmettingsniveau in de samenleving is een vertaalslag nodig van aantal infectie introducties naar besmettingen per 100.000 personen, naar gepubliceerde weekcijfers over aantal positieve testen per 100.000 personen voor de leeftijdsgroepen 10-14 en 15-19 jaar. Dit is weergegeven in **tabel 1**. Er is rekening gehouden met het feit dat grofweg de helft van het daadwerkelijk aantal infecties in de leeftijdsgroep tot een positieve test leidt in de weekcijfers (de andere helft blijft onopgemerkt omdat de infectie asymptomatisch is, danwel omdat niet wordt getest).

Tabel 1 Aantal gedetecteerde infecties onder studenten per week en totaal aantal infecties onder leerlingen per maand per 100.000.

Number of introduced cases from community (per month, per school)	Mean number of detected infected students per week per 100.000 (school-related + from community)					Mean total number of infected students within one month per 100.000 (school-related + from community)				
	Full occupancy	Risk-based testing	Screening 2x weekly (10% adherence)	Screening 2x weekly (20% adherence)	Screening 2x weekly (30% adherence)	Full occupancy	Risk-based testing	Screening 2x weekly (10% adherence)	Screening 2x weekly (20% adherence)	Screening 2x weekly (30% adherence)
1	33	29	28	27	33	264	233	226	218	265
2	63	59	57	55	60	503	471	459	442	477
3	93	89	87	83	86	743	709	693	666	688
4	123	118	116	111	112	983	947	926	890	899
5	153	148	145	139	139	1223	1185	1159	1113	1111
6	183	178	174	167	165	1463	1423	1392	1337	1322
7	213	208	203	195	192	1703	1660	1625	1561	1533
8	243	237	232	223	218	1943	1898	1858	1785	1745
9	273	267	261	251	244	2182	2136	2091	2009	1956
10	303	297	290	279	271	2422	2374	2324	2233	2167
11	333	326	320	307	297	2662	2612	2557	2456	2378
12	363	356	349	335	324	2902	2850	2791	2680	2590
13	393	386	378	363	350	3142	3088	3024	2904	2801
14	423	416	407	391	376	3382	3326	3257	3128	3012
15	453	446	436	419	403	3621	3564	3490	3352	3224
16	483	475	465	447	429	3861	3802	3723	3576	3435
17	513	505	494	475	456	4101	4040	3956	3799	3646
18	543	535	524	503	482	4341	4278	4189	4023	3858
19	573	564	553	531	509	4581	4516	4422	4247	4069
20	603	594	582	559	535	4821	4754	4656	4471	4280

Discussie

We onderzochten middels modelmatig onderzoek de situatie na heropening van het VO na de zomervakantie met een oplopende vaccinatiegraad onder leerlingen en voorts een situatie met een stabiele vaccinatiegraad later in de herfst. Voor deze tweede situatie is onderzocht wat het effect van verschillende teststrategieën kan zijn op aantallen infecties bij volledige bezetting. De resultaten laten zien dat, wanneer het besmettingsniveau in de samenleving ongewijzigd blijft, de piek in het aantal school-gerelateerde besmettingen onder leerlingen verwacht kan worden in de 3^{de} week na opening van de scholen. Hierna zal dit door toenemende immuniteit na vaccinatie afnemen. Hierbij is er, afhankelijk van de deelname aan screening, een extra reductie in infecties van 11%-15% wanneer de vaccinatiegraad oploopt naar 77% i.p.v. 68%. De hoogte van de piek wordt beïnvloed door de aanname over het R-getal voor de deltavariant. Bij een R-getal van 1,2 worden maximaal 7,3 school-gerelateerde besmettingen per week verwacht, bij een R-getal van 1,0 is dit maximaal 5,2. Deze aantallen vertalen zich naar een gemeten week-incidentie in de leeftijdsgroep 10-14 en 15-19 jaar van respectievelijk 489 en 381 infecties per 100.000 personen. Het aantal school-gerelateerde besmettingen in deze periode zal onder leerkrachten gering blijven.

Na het bereiken van de stabiele vaccinatiegraad onder leerlingen zal de inzet van testen de kans op uitbraken in een school (waarbij het aantal school-gerelateerde infecties hoger is dan het aantal introducties over een maand tijd) met maximaal 10% kunnen verlagen wanneer het besmettingsniveau in de samenleving op of onder het niveau van augustus 2021 ligt. Bij dit niveau zal de uitbraakkans 50% zijn wanneer geen testen worden ingezet en onder de 50% liggen voor de diverse test-scenario's. Loopt het besmettingsniveau verder op, dan zal de toegevoegde waarde van testen groter worden, waarbij 2 keer per week screenen steeds effectiever is dan risicogericht testen, ook bij een deelnamebereidheid van slechts 10%. De absolute effecten van de verschillende test-scenario's op aantallen school-gerelateerde besmettingen hangen sterk samen met het besmettingsniveau in de samenleving en de daaruit voortkomende infectie introducties in de school. Met elke extra introductie per maand in een school, zal de incidentie met 210 tot 240/100.000 personen toenemen, afhankelijk van inzet van testen. De toename gaat dus sneller voor scenario's zonder testen of met lage deelnamebereidheid waardoor het absolute verschil tussen de test-scenario's steeds groter wordt met een oplopend besmettingsniveau. Hiermee samenhangend zal de doelmatigheid van de inzet van testen ook sterk afhangen van het aantal introducties in de school, waarbij een 'kantelpunt' wordt gezien bij 7-9 introducties per maand. Bij lagere aantallen neemt de doelmatigheid snel af.

Onze resultaten en bevindingen hebben verschillende beperkingen:

Enkele algemene beperkingen van het modelmatig onderzoek zijn in de eerste rapportage reeds besproken. Deze beperkingen blijven ook van kracht voor de huidige analyses. Voor de huidige analyses moet daarnaast worden opgemerkt dat er enige onzekerheid is over de mate van besmettelijkheid van de deltavariant. In onze berekening is gerekend met een R-getal van 1,2 voor de deltavariant en 1,0 voor de sensitiviteitsanalyse. Ook is er nog onzekerheid over de effectiviteit van de vaccinatie specifiek tegen de deltavariant. Onderzoek naar de effectiviteit tegen infecties van de deltavariant wordt wereldwijd onderzocht. Daarnaast heeft het model rekening gehouden met eventuele aerosoltransmissie, maar de mate waarin dit een rol speelt in scholen is niet goed bekend.

Een andere beperking is dat in het model geen rekening is gehouden met eventuele aanvullende maatregelen genomen door de GGD wanneer binnen een korte periode meerdere infecties binnen één school worden gesignaleerd. Hierbij kan gedacht worden aan maatregelen zoals quarantaine van een gehele klas of zelfs school.⁸ Dergelijke interventies zullen een dempend effect hebben op de uitbraakgrootte. De huidige analyses zullen daarom mogelijk het aantal school-gerelateerde infecties enigszins overschatten.

Ten slotte, meerdere studies rapporteren een afnemende immuniteit vanaf enkele maanden na vaccinatie. Een afnemende immuniteit kan op termijn zorgen voor een toename in transmissie. De huidige analyses zijn daarom toepasbaar op de korte termijn, voor de situatie dit najaar.

Conclusie

In de komende weken is een tijdelijke stijging in het aantal infecties onder leerlingen in het VO te verwachten, gevolgd door een daling. Bij een stabiele vaccinatiegraad van 68% onder leerlingen zal het effect van inzet testen op uitbraakrisico, aantallen infecties en de doelmatigheid van testen afhangen van het besmettingsniveau in de samenleving. Een niveau dat op of boven het niveau van Augustus 2021 ligt vormt hierin een kantelpunt.

Bronnen

1. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Vaccinatiebereidheid bij jongeren (2 juli 2021). Published 2021. Accessed August 30, 2021. <https://www.rivm.nl/documenten/vaccinatiebereidheid-bij-jongeren>
2. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Resultaten 13e ronde: Vaccinatiebereidheid. Published 2021. Accessed September 6, 2021. <https://www.rivm.nl/gedragsonderzoek/maatregelen-welbevinden/resultaten-13e-ronde-gedragsonderzoek/vaccinatiebereidheid>
3. Pouwels KB, Pritchard E, Matthews P, et al. Impact of Delta on viral burdens and vaccine effectiveness against new SARS-CoV-2 infections in the UK. *medRxiv*. Published online 2021:2021.08.18.21262237. doi:10.1101/2021.08.18.21262237
4. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Wekelijkse update epidemiologische situatie van SARS-CoV-2 in Nederland | RIVM. Published 2021. Accessed September 3, 2021. <https://www.rivm.nl/coronavirus-covid-19/actueel/wekelijkse-update-epidemiologische-situatie-covid-19-in-nederland>
5. Protocol 'Onderwijs tijdens corona' aangepast voor start van het schooljaar - VO-raad. Accessed August 30, 2021. <https://www.vo-raad.nl/nieuws/protocol-onderwijs-tijdens-corona-aangepast-voor-start-van-het-schooljaar>
6. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Varianten van het coronavirus SARS-CoV-2. Published online 2021. Accessed September 6, 2021. <https://coronadashboard.rijksoverheid.nl/landelijk/varianten>
7. Leng T, Hill EM, Holmes A, et al. Quantifying within-school SARS-CoV-2 transmission and the impact of lateral flow testing in secondary schools in England. *medRxiv*. Published online 2021:2021.07.09.21260271. doi:10.1101/2021.07.09.21260271
8. Landelijke Coördinatie Infectieziektebestrijding. Handreiking contact- en uitbraakonderzoek COVID-19 bij kinderen (0 t/m 12 jaar). Published 2021. Accessed September 6, 2021. <https://lci.rivm.nl/handreiking-contact-en-uitbraakonderzoek-covid-19-bij-kinderen-13-tot-18-jaar-vo>